责任编辑 华 明
封面设计 杨 光

软科学丛书

灾 害 论

罗祖德 徐长乐

浙江教育出版社出版 浙江省新华书店发行
（杭州武林路125号） 萧山东湘印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：8 插页：2 字数：208000
印数：00001—1650
1990年7月第1版 1990年7月第1次印刷

ISBN 7-538-0674-3/G·675 定价：2.70元

序

吴明瑜

在全国软科学研究工作座谈会召开不久，由《科学学与科学技术管理》杂志社等五个单位发起，1986年10月，又在河南郑州举行了青年软科学研究座谈会。两个会都开得很热烈，不但交流了经验，而且组织了队伍。不仅说明我国软科学研究近年来有了迅速的发展，而且表明我国的软科学研究后继有人，充满着生机和活力。在青年软科学研究座谈会上，浙江教育出版社的领导同志为了鼓励、支持青年们探索新路，热情地提出将目前我国中青年在软科学研究工作中所取得的成果、编成丛书，向全社会发行。这是一件很有意义的事情。

科学技术是推动人类社会发展的强大的革命力量。作为人类认识和改造客观世界的武器，科学技术的一种重要功能是运用科学的思维方法、知识体系和先进的技术手段，进行综合研究，解决经济与社会发展中的宏观决策问题。也就是软科学研究的重要使命。

现代科学技术的发展和社会进步，正在把自然科学和社会科学紧密地结合起来，使两者互相渗透、融合和交叉越来越广泛。软科学，就是这种渗透交叉的产物。软科学研究是多门类、跨学科的宏观综合研究。它利用现代自然科学、工程技术和社会科学的许多原理和方法，采用电子计算机等先进运算和测试手段，把定量分析同定性分析结合起来，对极其复杂的经

济社会现象及各种相关因素进行综合的研究、测算和推导，提供可供选择的合理方案，从而把决策工作建立在精密的科学论证基础上。这种方法在国外经济社会生活的许多方面，得到了广泛的应用，并取得了重大的成功。在我国近年来也逐步为人们所熟悉和采用，同样取得了重大的成功。而且由于我们有马克思主义的认识论和方法论的指导，又有国家对经济、社会发展的宏观指导，因而不仅在软科学研究方面可望取得更大突破，而且也确实有广阔的应用天地可以发挥作用。

软科学在我国的发展还具有鲜明的实践性、时代感和使命感。过去，国内外有些学者往往花许多时间去讨论软科学的定义。我们建议当前我们可以不必对软科学的定义多花功夫去争论，而应该多下些功夫去研究对时代实践有现实意义的重大问题。任何新兴学科，一开始定义、范畴等都不是那么清楚的，而要随着学科的发展，逐步充实和完善。

我们觉得，当前有五个方面的题目迫切需要软科学研究工作者去探求答案：

第一类题目，制订正确的发展战略。

战略一词长期用于军事。现在讲的发展战略意义更为广泛，涉及到经济、社会生活的总体。当然层次可以是国家的或区域的。比如，党的十二大提出了到本世纪末的战略目标，就需要有长期的经济社会发展战略及规划。设想和预测15年后中国的产业结构会发生什么变化，人们的消费结构又朝什么方向改变？最近10多年来，世界上发达国家随着新的技术革命的出现，产业结构迅速变化。我们国家有自己的特点。我们要同时完成两次产业革命的历史任务，在相当长时间内，传统工业还要有大的发展，新兴产业也要加速赶上去，究竟怎样的结构才是可行的合理的？这就需要做各种各样的计算和细致的研

究。发展战略研究必须把国家宏观的战略研究同区域的部门的发展战略密切结合起来。比如，深入到市、县一级开展发展战略研究，才能取得更为重大的成效。

第二类题目，制定技术经济政策。

各行各业都有技术经济政策的问题。例如交通。长期以来，我们对投资政策重视不够，尤其是对公路、水运、航空的发展重视不够，使整个交通运输的结构不尽合理。水运是投资少、运量大、效益高的运输方式。铁路最适合于中长途大宗货物的运输，最怕走走停停，零担货物上上下下。要使有限的铁路货运能力得到更好的发挥，就应采取必要的政策，包括提高短途和零担运输价格，促使一部分短途货物由公路分流。……总之，这就需要有一系列技术的经济的政策促进综合运输网和综合运输能力的形成。

第三类题目，对未来各方面进行预测、分析。

没有预测，确定战略、制定政策，都会有一定的盲目性。预测分析是软科学研究的重要方面。科技、经济、社会各个方面都要有科学预测，可以大大加强我们工作的自觉性。比如人口问题，一个穷国，人口越多会越穷。而人口问题必须注意长期预测。现在我国平均年龄69岁多一点，所以至少要作70年的预测。要建立各种人口增长模型。生一个怎样，生两个怎样，不同的年龄结构对经济影响怎么样，等等。

第四类题目，重大项目的可行性评价。

重大建设工程项目的决策必须在搜集大量科学数据、作了充分可行性研究之后。这几年来，各方面都重视加强可行性论证工作了。比如，三峡工程要不要上，什么时候建，建多高的坝，有关方面就组织了许多专家进行论证。把防洪、发电、航运、调水等四个目标统筹考虑。把技术上的可能性同投资效

益、生态环境影响、移民的社会经济问题综合进行评价。现在还在论证之中。软科学研究在这一方面是可以大有作为的。

第五类题目，要注意软科学研究的基本建设。

软科学是现代自然科学和社会科学交叉发展而逐渐形成的一组具有高度综合性的新兴学科群。它本身还在发展之中，因此还要注意加强软科学的学科建设。这方面也有许多工作要做。我们这套丛书的意义之一，就是推动和普及这方面的工作。

软科学研究有两个显著的特性：实践性和综合性。离开了实践，不进行综合，就失去了软科学研究的意义。要推动和加强软科学研究的基本建设，必须重视各类数据库的建立。没有科学的数据分析，软科学没有定量和定性的依据，也就失去了基础。长期以来，我们对统计数据不重视，许多数据不精确、不可靠。人口普查以后，人口数据比较清楚了。但还要持续跟踪。我国的耕地面积至今众说纷纭，究竟是15亿亩，还是20亿亩，出入甚大。所以，急需要有人去做这方面的工作，到这些领域中去开拓、探索。

软科学研究在我国已经有了可喜的发展，但软科学研究还刚刚开始，在研究和实践中还存在着不少问题，这些问题只能在发展中逐步解决，随着社会主义现代化建设的深入，随着决策工作民主化和科学化的发展，我国软科学研究必将出现更加欣欣向荣、蓬勃发展的新局面。

我们这套丛书，是全国第一套公开发行的“软科学丛书”，它表明我们的软科学研究不仅有了一支队伍，而且有了一批成果，希望它们能引起全国科技工作者、经济工作者，特别是决策工作者的关心和兴趣。这套丛书我们还将出下去，使之不断完善。

1987年3月

目　录

第一章 （代序）

灾害频频的20世纪

1988年年终岁末，美国《时代》周刊一年一度评选世界风云人物的例会在美国洛杉矶的博尔德召开了。当评选结果揭晓时，人们无不惊讶地发现：这年评选出的全球“头号新闻人物”并不是当代的任何一位风云人物，而是人类所赖以栖息和生存的星球——“地球”；一张由条条绳索捆绑着的彩色地球图片显赫地刊登在《时代》周刊的封面之上！这是为什么？

《时代》周刊的评委们选择地球为世界新闻人物的罕见之举虽然出乎人们的意料，但绝非哗众取宠、标新立异。回首逝去的1988年，世界各国相继出现严重的气候异常，各种自然巨灾和人为祸害频频迭起，灾害损失极为惨重：美国中西部地区发生百年未遇的特大干旱，粮食作物减产30～40%，估计造成农业损失300亿美元；苏联亚美尼亚地区发生7.1级大地震，三座城市被毁，5.5万人丧生，50万人无家可归，直接经济损失达几百亿卢布；非洲大陆持续干旱并出现罕见的特大蝗灾，亿万蝗虫漫天遍野横扫数国，所到之处粮食作物被吞噬一空；巴西亚马逊地区发生特大森林火灾，熊熊烈火遮天蔽日，原始热带雨林被毁25万平方公里；由酷暑高温造成的滚滚热浪席卷亚洲、南欧、中欧以及北美各国，数万人中暑身亡；东南亚及南亚各国连遭暴雨

袭击，造成洪水大泛滥并引起山崩……。此外，1988年全球范围内出现的诸如英国史无前例的冬旱、联邦德国普降全国的特大冬雪、美国和孟加拉湾频频肆虐的龙卷风等各种局部性的天灾则更是层出不穷，世界各国人民就是在如此恶劣的生态环境下惴惴不安地渡过了这多灾多难的1988年。

从我国的情况看，1988年也是一个中等偏重的自然灾害年。在逝去的一年中，我国干旱、洪涝、地震、台风、冰雹等重大灾祸交错发生、接连不断，造成农作物受灾面积5066万公顷(其中绝收面积486万公顷)，粮食作物比1987年度减产92亿多公斤，全国成灾人口逾2亿，有7300余人死亡，258万余间房屋倒塌；直接经济损失总计约达上百亿元，仅国家全年用于救灾的各种款项就高达50亿元。面对这险象环生的世界，《时代》周刊的评委们痛感地球发生了深重的危机，从而把这个被50亿芸芸众生捆绑着的"病球"推上了1988年度世界新闻人物的榜首，其目的旨在唤醒全人类共同拯救我们所居住的这颗星球。

的确，1988年度是全球性重大灾害频繁发生的一年。然而，地球上重大灾害接连不断的年份又何止1988年呢？若以更大的时间尺度和更多的灾害种类加以衡量的话，我们完全有理由认为：整个20世纪就是一个灾害频频的世纪。

一、地　震

地震是一种灾害性的自然现象。据统计，全世界平均每年发生的大小地震共约500万次，其中约10万次(3级以上地震)是人们能够感觉到的，约1000次(5级以上地震)会给人类社会造成程度不一的破坏，约18次(7级以上大地震)会造成较强烈的破坏。在每年数百万次的大小地震中，尽管大地震发生的次

数不多、频率很低，但其破坏力却极强。它不仅会造成大面积的房屋塌损、工程设施毁坏以及由此引起的人畜伤亡和交通阻断，而且还时常伴生山崩地陷，诱发火山、海啸、滑坡、泥石流以及城市火灾等一系列次生灾害，从而给人类社会造成难以抵御的冲击，给人民生命财产安全带来严重威胁。故此，地震特别是大地震的发生实为人类面临的第一大天灾。

1906 年 4 月 18 日，位于东太平洋沿岸的美国加利福尼亚半岛上发生了一次里氏 8.3 级特大地震，拉开了本世纪全球重大地震灾害的帷幕。在这次震灾中，旧金山市房屋倒塌大半，道路开裂，地下煤气管道多处折断并引发了大火灾，造成 700 余人死亡，1500 余人受伤，财产损失达 5 亿美元；

1923 年 9 月 1 日，日本关东地区发生 8.2 级特大地震，震灾中同样因煤气管道破裂而引发了特大城市火灾。由于众多消防设备及地下水管被震坏而难以扑灭大火，火势越烧越旺且迅速蔓延，致使横滨市几乎全被烧毁，东京市则被烧掉了 2/3。整个震区共约 57.5 万余间房屋倒塌，14.3 万余人死亡(其中多数丧命于火海)或失踪，12.5 万余人受伤，直接经济损失约 28 亿美元；

1976 年 7 月 28 日凌晨，我国唐山市发生了 7.8 级强烈地震，导致这个拥有 100 万人口的工业城市顷刻之间化为一片废墟，造成 24.2万余人死亡，16.4 万余人重伤，直接经济损失高达 300 亿元以上，强大的震波还震撼了整个京津地区。这是人类有史以来伤亡人数最多，波及范围最广的一次大震灾；

1985 年 9 月 19 日，墨西哥首都墨西哥城再遭厄运，8.1 级的特大地震蓦然降临了这个人口稠密、高楼林立的中美新城，致使 7000 余人死亡，5000 余人受伤，成千上万人失踪，经济损失约达 50 亿美元；

1988年11月6日晚始，我国云南省的澜沧—耿马地区接连发生了7.6级和7.2级两次强震，造成730人死亡，4000余人受伤，40多万间房屋倒塌，直接经济损失超过14亿元。继尔，苏联又于12月7日发生了一场80多年未曾有过的7.1级强烈地震，亚美尼亚共和国的第二大城市、拥有29万人口的列宁纳坎顷刻之间屋倒房塌逾80%，邻近的基洛瓦坎市(17万人口)也有一半建筑物被毁，而距列宁纳坎70公里的小城斯皮塔克(2万人口)则被夷为平地，从地球表面消失了。整个震区共有5.5万人死亡，1.3万余人受伤，50万人流离失所。

20世纪业已逝去了近90年。截至1987年底，世界各国先后发生了36次7级以上大陆地震（其中8级以上特大地震占39%），平均每两年尚不到1次，却已造成了114.3万人丧生，成灾人口及财产损失更是难以计数。1988年以来，尤其是从1988年11月5日至1989年1月23日这不足4个月的短暂时间内，我国唐古拉山和云南澜沧—耿马地区，以及苏联的亚美尼亚和塔吉克地区，又接连发生了4次7级以上大地震。此外，全球中强以上地震的发生频度和强度也明显呈现出起伏增强的趋势。地震学家们预测，随着太阳黑子活动高峰期的到来，全球地震活动业已进入相对活跃期。未来10年中震灾仍将十分频繁。

二、火　山

与地震一样，火山也是一种具有很强破坏力的灾害性自然现象，常被人们形象地称为“魔鬼的烟囱”。迄今为止，火山仍是人类尚未征服的一种天灾。据统计，目前全世界共有523座活火山，其中有的处于预喷发状态，多数则处于半休眠状态。这些活火山平时貌似寂静，往往悄然沉睡数十上百载，然而一旦爆发则威力无穷、势不可挡。

20世纪的第一次火山喷发肇始于1902年5月8日。这是一个星期五的早晨，位于中美洲西印度群岛中央的马提尼克岛上的培雷火山突然爆发了，喷出的滚滚烈焰挟带着巨量的炽热火山灰在三分钟内飓风般地沿山坡推进了6437米，地处山麓的港口城镇圣匹埃尔顿时变成了一片烟与火的海洋，转瞬间即被烈焰吞没了。全镇3～4万居民中除了2人奇迹般地逃出外，全部悲惨地丧生于火海之中；停泊在圣匹埃尔港的17艘船舶也一并蒙难，仅一艘英国轮船侥幸逃脱；

1962年1月10日，位于秘鲁瓦斯卡兰山的安迪火山爆发，炽热岩浆滚滚涌溢并引发了局部山崩，致使山麓的316座村庄毁于一旦，3000余人被熔岩和土石埋葬；

1985年10月13日深夜，位于南美哥伦比亚托利马省的鲁伊斯火山突然爆发了。这座沉睡了143年之久的活火山刹那间打破了长时间的宁静，熊熊烈焰和炽热岩浆与拉克尼河水迅速合流，汇成了一股汹涌澎湃的特大泥石流，顺着山坡呼啸而下，沿途席卷了大片的森林和庄稼。坐落在距离山麓50公里远的阿梅罗镇的全部建筑物连同2.5万居民，顷刻即被泥石流吞噬了。次日清晨，前来救援的直升飞机从空中俯瞰灾区，只见整个阿梅罗镇都坍塌在一片熔岩之中，一座高约40多米的大教堂唯有尖顶尚露在“石滩”之上隐约可见。风光旖旎的阿梅罗镇从此便从地图上被抹去了。这是人类在20世纪所经历的又一场自然浩劫，除了2.5万人丧生外，还致使2万余人受伤，13万居民受灾。1987年6月13日，这座活火山再次喷发……

相对而言，20世纪的火山活动可谓异常频繁，迄今已发生了10多次较大的火山喷发事件。目前世界各国科学家正在严密监视着全球火山活动的态势，以期在它们尚未大规模爆发之前就让人们安全撤离危险区。

三、洪　水

洪水泛指大水，确切地说是能酿成灾害的大水。在遍及全球的各种自然灾害中，洪水灾害是最常见且又危害最大的一种。这不仅在于它的出现频率高和波及范围广，而且在于它的来势凶猛，发生时具有相当的紧急性和巨大的破坏性，能造成大面积的人畜伤亡、房屋冲毁和良田淹没，并且往往还会诱发严重的瘟疫和虫灾。人们自古以来就把“摩西洪水”视为人世间最大的灾祸，用“洪水猛兽”一词来比喻极大的祸害。即使在科学技术高度发达的现代社会，水灾依然是严重威胁人类生命及财产安全的一大自然灾害，它所造成的经济损失和人身伤亡始终居于各种自然灾害的首位。据国外统计资料表明：全世界每年由于自然灾害造成的直接经济损失约达 300 亿美元，其中仅水灾损失就占了 40% 左右。本世纪以来，世界各国曾先后发生过近 40 次特大水灾，每次都导致上万人的死亡，千百万人颠沛流离、无家可归。不仅如此，随着现代社会经济的发展和人类改造自然能力的增强，水灾发生的频率亦明显增大，水灾损失呈现出逐年增加的趋势。据美国海外灾害救援局的报道：从本世纪的 60 年代至 70 年代，全球平均每年发生的洪涝灾害已由 15.1 次上升到 22.2 次，暴雨灾害亦由 12.1 次升至 14.5 次。美国 60 年代平均每年的水灾损失约为 7.2 亿美元，到 70年代则增加到 15亿美元，经济损失翻了一番。

1988 年，非洲许多国家特别是苏丹因连日暴雨而造成洪水泛滥，大水淹没了苏丹广阔的农田、城镇和公路，首都喀土穆被浸没在 2 米深的水中变成一片泽国，全国共有 4 万多幢房屋被冲毁，200 多万人遭灾。

地处南亚次大陆的印度、巴基斯坦和孟加拉三国都是洪涝连年的国度，其中以孟加拉国为最。1970年，一次台风登陆引发的大水就淹没了孟加拉国数万平方公里的土地，致使100多万人丧生；1988年的特大水灾则使孟加拉国的处境更惨，全国约有3/4的国土浸没在洪水中，首都达卡的街道变成了运河，甚至连首相官邸亦被没膝的洪水所淹，3000多万人流离失所。

我国自古以来就是一个饱尝水患之苦的国家，素有"治国先治水"之说。据历史资料的不完全统计，从公元前206年到1949年的2155年间，我国共发生1092次较大的水灾，平均每2年就发生一次，其中死亡万人以上的特大水灾自1900年以来就达13次之多。解放后，随着大批水利工程设施的兴建，我国的防洪抗灾能力有了很大提高，但洪涝灾害依然十分频繁，受灾面积、成灾率和水灾救灾经费等均呈明显上升的趋势。1950～1986年，全国洪涝受灾面积超过1亿亩的年份已达19年，所有的大江大河都发生过大洪水，其中仅1954年长江大水和1963年海河大水所造成的财产直接损失就分别高达100亿元和60亿元以上，1975年河南淮河大水的损失则更为惨重，致使人民的生命财产蒙受了重大损失。从治理黄河的情况看，本世纪以来，从1919年至1938年的20年间，黄河共决溢14次，直接经济损失约达1000亿元，其中1933年洪水造成决口54处，淹没冀、鲁、豫三省30余县，灾民364万余人，死亡1.8万人，损失财产以当时银洋计约合2.3亿元；1935年黄河洪水在山东鄄城县决口6处，淹没鲁西、苏北27个县，受灾面积1.2万平方公里，灾民341万人，直接财产损失折合银洋约1.95亿元；1938年黄河大水时国民党在郑州花园口扒堤决口，致使1250万人受灾，89万余人被淹死，财产损失高达9.5亿银元。建国以来，由于大力治黄和沿黄人民的努力抗洪，黄河业已连续多年伏秋大汛不决口，解放前"三

年两决口，百年一改道”的黄河旧貌已得到了根本改观，但这并不意味着人们从此可以高枕无忧。由于巨量输沙量的存在，随着两岸束河堤防的不断加高培厚，黄河中下游地区的河床也在相应升高，目前其河床在相应部位已高出郑州、济南3～5米，高出开封市12米，成了一条地地道道的“悬河”。一旦黄河大汛时决口乃至改道，必将涉及北至天津、南达淮河的大约25万平方公里的广袤地区，严重威胁黄河中下游地区约1亿人口的生命财产安全。“黄水之祸”至今仍是“中国的忧患”。更有甚者，目前我国长江、淮河、海河、辽河、珠江、松花江以及黄河等7条大河中下游共100多万平方公里的肥土沃野，以及上海、郑州、蚌埠、天津、营口、广州、哈尔滨等10多个重要城市的地面标高都已处于相应部位的江河洪水水位之下。谁能料想，如今保护着中国半壁河山和亿万人民生命财产安全的竟是那总长为16.8万公里的江河堤坝！而又有谁能确保这些江河堤岸是坚不可摧的钢铁长城呢？这些高悬于人们头顶之上的大江大河，犹如一把把高悬的“达摩克利斯剑”，一旦落下，其后果是不堪想象的。

四、干　旱

对于居住在不同国度和地区的人们来说，地表水资源的分配显得如此不公：有的区域终年淫雨、水源丰沛；而有的区域则常年雨水稀缺、水源枯竭。这是因为地表水资源的时空分布总是极不均衡的，具有明显的区域性差异和季节性差异。然而，对于整个地球来说，地表水资源的分配又是那么地合情合理：今年降水多了，来年势必水少；一些区域的丰水，必然意味着另一些区域的枯水。这是因为地表水资源的总量是基本恒定的，具有相当的稳定性。但不管基于上述哪一种情况，其结局总是“非

涝即旱”;大雨则易涝,无雨则易旱。旱、涝二灾如同一对形影不离的孪生兄弟,同时异地或异时同地,危害着人类。

在世界五大洲中,非洲大陆始终是一个最为“干渴”的大陆。20世纪以来,非洲大陆近乎连年旱情不断。例如,1968～1973年,包括十几个国家在内的撒哈拉地区连续5年发生大旱,1972年几乎全年滴雨未下,致使到处田地龟裂,大地生烟,河井干枯,埃及尼罗河水位落到了历史最低点,阿斯旺水坝的发电机也被迫停止了转动;1978年,非洲再度大旱;1982～1984年,非洲又遭受百年未遇的特大旱灾,先是西非大旱,后很快蔓延到萨赫勒地区以及非洲东部和南部地区,酿成全洲性大旱灾,以致24个国家严重受灾,波及居民2亿多人,占非洲大陆总人口的40%左右。由于连续十几年遭旱灾,非洲农业生产蒙受惨痛损失,大片农田颗粒无收,从而引起和加剧了整个非洲的粮荒,牲畜大批死亡,成百上千万人在饥饿和死亡线上挣扎。1982～1984年特大旱灾期间,非洲约有500万人死亡,有3500万人被迫离乡背井、远走他邦,其中仅埃塞俄比亚的饥民就达700多万人,1984年不到一年时间内就饿死逾30万人。目前,非洲55个国家中已有45个短期或长期缺粮,人民生活困苦不堪,以致陷入了“饥饿大陆”的凄惨境地。

我国在连连遭受洪涝袭击的同时,亦频频发生旱情。在本世纪的前50年中,我国曾发生过11次死亡逾万人的特大旱灾,其中最大的二次分别发生在1928～1930年间的陕西省和1942～1943年间的河南省,因持续大旱造成严重的粮荒和饥荒,饿死的灾民分别多达250万和300万人,成为本世纪以来全世界最大的二次自然灾害。

进入本世纪后,干旱也频频降临到了北美大陆。1986年,美国东南部地区的近10个州发生了百年未遇的特大干旱,旱情

整整延续了冬、春、夏三季。其中，波迪湖4月份水位降到了1896年以来的最低点；伯明翰等许多地区被迫实行用水配给和强制性的水资源保护条例；北卡罗来纳州等则因干旱诱发森林火灾，受灾面积达90万英亩。7月，干旱热浪席卷整个东南地区，连续数天日最高气温高于37℃，局部地区乃至40℃，酷热少雨天气使大片玉米、大豆、牧草干枯，至少60人中暑身亡，61万只鸡因干热丧生，全年农牧业损失估计达19.8亿美元。时隔一年后的1988年，特大干旱进一步蔓延到了美国全境，应是多雨季节的6月份近乎滴雨未降，6月23日美国从东至西45个城市的日最高气温均高达46℃，全国50个州中有33个州的1500个县被列为重灾区，其受灾面积之大是美国历史上罕见的。由于干旱，1988年美国粮食产量比上年减产了1/3。密苏里州的布朗宁湖因水位骤降导致数千条大鱼干搁湖滩，缺氧而死。

五、蝗　灾

在各种类型的虫灾中，蝗灾是最骇人听闻、破坏性最大的一种。在人类历史上，蝗灾常与水灾、旱灾相间发生而成为危害人类的三大自然灾害，它对农业、牧业甚至林业均可造成毁灭性的破坏。本世纪以来，随着各种化学杀虫剂的广泛使用，世界上许多国家的蝗灾普遍得到缓解乃至消失了。但自70年代起，不少国家业已绝迹多年的蝗群复又活跃起来，80年代则更是愈演愈烈，大有蔓延回升之势。据估计，目前可怕的蝗虫正威胁着全球4680万平方公里的地域，世界1/8的人口受害。

1978年，美国的科罗拉多、得克萨斯等州发生了较大的蝗灾，蝗群不仅占据了许多农田和牧场，而且还迫使这些州的机场关闭，以防止飞行中的蝗虫被喷气机吸进引擎而发生不幸事故，

1979年，美国密苏里河西部14个州的约160万公顷的牧场以及大片庄稼地被蝗群所覆盖和吞食；1984～1985年，美国西部12个州又相继发生严重蝗灾，有的地块在不到1平方米的面积内就有几百只蝗虫，大批作物被糟蹋，仅爱达荷州的农场主1984年就损失了1100万美元，1985年损失金额成倍增长。

1985年，非洲大陆在持续了10多年的大旱之后喜逢甘雨，农业生产终于迎来了难得的丰收。然而好景不长。1986年雨季过后，刚刚从大旱和饥馑中复苏过来的非洲，突然又面临着半个世纪以来最严重的蝗灾。喜爱潮湿的蝗虫在久旱逢雨的有利条件下迅速滋生繁殖，在西非、东非和南部非洲同时泛滥成灾，在10多个国家连年猖獗。其中最大的蝗群起落的覆盖面积可达20多平方公里，每平方公里汇聚有400多亿只蝗虫。它们群起迁飞，能不停顿地连续飞行17个小时，在一天内以100～150公里的速度辗转夺食，吃掉2亿公斤的庄稼和其他植物。1986年9月26日上午，亿万只红色、灰色蝗虫飞越苏丹首都喀土穆时，铺天盖地，声如闷雷，天空顿时一片昏暗，达90分钟之久，其中的半个小时把整个太阳都遮盖住了，令人联想到“世界末日”的来临。据联合国粮农组织官员的估计，1986年以来全非洲因蝗灾损失的农作物约占年产量的30%。如此严重的蝗祸，犹如雪上加霜，使得刚刚复苏的非洲又陷入了困境之中。

蝗灾不仅在非洲有卷土重来之势，近年来在我国也有重新抬头的危险。我国自古以来就是蝗虫肆虐之邦，从公元前707年到新中国成立前夕，见诸史籍的重大蝗灾共计800余次，平均每3年1次或每5年2次，多次造成“饿殍载道，赤地千里”的惨景。建国后，我国的蝗灾虽一度得到有效控制，但自1978年以来，由于部分地区大涝大旱的频频出现，蝗灾也接踵而至。1985年秋季，天津市北的大港水库因脱水而滋生高密度的蝗群，将10多

万亩芦苇叶一扫而光，随后起飞南迁，蝗群南北长100多公里，东西宽30多公里，降落到河北省后波及面积达250万亩。这是新中国成立以来第一次群居型东亚飞蝗跨省迁飞。1987年，海南岛西南地区发生历史上罕见的蝗灾，累计蝗灾面积76万亩，危害甘蔗、水稻面积29万余亩，损失约计867万元。同年，陕西省与河南省发生的蝗灾面积亦分别达100多万亩和80万亩。值得注意的是，近年来我国的蝗灾具有明显回升和蔓延的趋势，据有关方面统计，1988年的蝗虫数量相当于1987年的100倍。除了甘肃、四川、山西、河南、新疆等省区蝗情从未间断过外，目前蝗灾还迅速波及到了华东、华南各省区。仅江苏泗洪县，1988年就发生稻蝗面积20多万亩，致使水稻减产300～500万公斤；山东省1989年1～5月份土蝗致灾面积就比上年同期增加了300多万亩。这就迫切需要采取有效措施，迅速阻止我国蝗灾的进一步蔓延。

六、沙 漠 化

沙漠化灾害目前业已引起世界各国的普遍关注。据统计，当今全球范围内的沙漠及沙漠化土地的总面积已达4882万平方公里，占了全球陆地总面积(约1.5亿平方公里)的1/3，分别相当于5个中国、131个日本、200个英国和1182个瑞士的国土面积。这是一个相当惊人的数字。更有甚者，目前全球沙漠及沙漠化土地面积还在以年均5～7万平方公里的速度向外扩张着，每年因此丧失良田600万公顷，平均每分钟便有10公顷土地被沙漠所蚕食，每年给人类带来的直接经济损失高达260亿美元。迄今为止，沙漠化已经威胁到全世界将近100个国家，受严重威胁的人口已占世界总人口的20%。如不有效遏制沙漠化的蔓延，预计到本世纪末，全球还将有1/3的耕地退化为沙漠化土地，因

此损失的农业代价将达5200亿美元。种种迹象表明，沙漠化业已成为一个全球性的重大环境灾害问题。

在世界各大洲中，非洲的沙漠及沙漠化土地面积共约1826万平方公里，居世界首位；亚洲次之，为1705万平方公里；大洋洲则位居第三。非洲是世界上最为干渴的大陆，其特殊的地理位置造就了干燥、高温、少雨的气候条件。而干旱化总是和沙漠化携手联姻的：沙漠化促使干旱化，干旱化则加剧沙漠化，两者互为因果。故此，非洲又是世界上沙漠化最严重的大陆，全洲约1/3的面积是沙漠。其中，雄踞北非的撒哈拉大沙漠是世界上最大的沙漠，面积近1000万平方公里，约占全球沙漠总面积的1/3。目前，撒哈拉沙漠还在以每年5～10公里的速度向南、向东、向西延伸扩展着，在有些地区其速度达到每年30～60公里。近半个世纪以来，撒哈拉沙漠已向外推进了65万平方公里，地处沙漠周围的萨赫勒（意即"沙漠的边缘"）地区的十几个国家均深受其害，连年处于沙漠化和旱灾饥荒的双重危胁之下，成为当今世界上干旱化和沙漠化最严重的地区。

我国也是一个长期遭受沙漠化威胁的国家，特别是在北方半干旱向干旱过渡的"三北"地区，情况尤为突出。据统计，我国"三北"地区的沙漠化土地面积已达17万平方公里，主要分布在内蒙古东部、东北西部和黄土高原北部的农牧交错地带，其中约有5万平方公里的沙漠化土地是近半个世纪以来形成的。60年代以来，我国横贯北方9省区的万里风沙线上，平均每年沙化面积已达200万亩，同时有213个县（旗）的1亿多亩农田和近亿亩草原受到沙漠化的严重威胁。此外，在我国北方现有的116万平方公里的沙漠中，就有39%（约45万平方公里）是建国以来沙化而成的，从中可见我国沙漠化猖獗之一斑。更令人担忧的是，我国的沙漠化进程不仅在"三北"地区有明显加速的趋势，而且近

年来沙漠化的步伐还不断地向半干旱、半湿润地区推进，业已逼近了许多大中城市直至首都北京。

1984年4月初，北京连续二个星期受到风沙的猛烈袭击，数天中天空变成了土黄色，太阳失去了光泽，昔日比比皆是的个体摊贩在飞沙中消失得无影无踪，往常热闹非凡的街市亦停止了喧嚣，首都机场因此关闭了3天；同年4月26日，来自数千里远的新疆的一场尘暴突然袭击了陕西关中地区，西安市上空黄沙普降，一片昏暗，过往汽车大白天都要亮着灯在街道上缓缓行驶，市民家中的床上桌上亦盖满了一层厚厚的黄沙；1988年4月11日上午，来自黄土高原和内蒙高原的强劲风沙再度袭击了北京市，整个京城到处黄沙飞扬，飘浮着的黄土沙尘随着5～6级大风席卷着京津一带，几乎覆盖了整个华北平原，并波及到东北地区的西部。

黄沙的卷土重来是个危险的讯号。它的频频出现既是我国水土严重流失的必然恶果，同时又是沙漠化灾难即将到来的预兆。面对风沙不断逼近的严酷现实，借鉴黄土高原的历史变迁，人们有理由忧心忡忡：在未来的日子里，黄土高原63万平方公里深厚的疏松黄土会不会再次大迁徙？它会不会成为我国严重沙漠化的渊源？我国华东、华南的良田沃野会不会被不断东进南移的沙漠化灾难所吞噬？对此，我们要有一个清醒的估计。

七、森林火灾

1915年，苏俄西伯利亚地区发生的特大森林火灾，以大火持续燃烧5个月、烧毁森林1200万公顷的燎原之势，拉开了本世纪特大森林火灾的序幕。森林火灾是森林生态系统的大敌，也是世界上破坏性、危害性最大的自然灾害之一。据匡算，20世纪

以来，在全世界37亿公顷的森林地带中，每年发生的大小火灾次数多达20多万起，熊熊烈焰使数百上千万公顷的林木资源化为灰烬，使成千上万户家破人亡。我国建国以来平均每年发生森林火灾1万次左右，毁林面积上百万亩，仅林木损失一项每年大约就有几亿元，更何况还有大量人力、物力的损失和森林生态系统受到极大破坏所造成的损失。

步入70年代后，随着全球平均气温的普遍升高以及各种人为因素的影响，世界各国的森林火灾此起彼伏、愈烧愈烈。1971～1986年间，意大利平均每年森林火灾的受害面积为10.4万公顷，西班牙为17.5万公顷，葡萄牙为5万公顷。在法国南部山区的茂密森林中，1973～1986年间共发生大小火灾40179起，森林受灾面积达40.84万公顷。1971年美国威斯康星州和密执安州发生森林大火，烧毁森林达150万公顷，还无情地夺走了1500人的生命。澳大利亚素有"世界火海"之称，仅1974至1975年间就有1.25亿公顷（约占该大陆面积的1/6）的森林被大火吞噬掉，紧接着，1976年澳大利亚又发生特大森林火灾，大火肆虐数月，毁林面积高达1.17亿公顷，成为本世纪最大的一次森林火灾。

1987年堪称是世界森林火灾发生最频繁、最严重的一年，从5月6日到6月2日，我国黑龙江省的大兴安岭林区发生了一场特大森林火灾，其火势之猛、涉及面之广、造成损失之大，都是前所未有的。在25天的短暂时间里，狂燃大火使133万公顷土地成为焦土，其中有林面积按70%匡算，约为90万公顷。直接损失的活立木蓄积量约为5000万立方米，约占大兴安岭林区全部活立木蓄积量（5.52亿立方米）的9.1%，折合商品材的价值高达29～80亿元，这场大火还造成193人死亡，226人烧伤，5.6万灾民无家可归，边陲重镇漠河及图强等县城在烈焰中变成一片废墟，经济损失5亿元，与此同时，苏联后贝加尔地区的密林也

是浓烟滚滚、烈火熊熊，大火从4月初开始持续烧了2个月，几十万公顷的原始森林和草原成为一片火海；在美国密执安州北部和俄勒冈州西北部地区，因夏日的炎热高温和大风，使森林大火持续燃烧了3个多月，几十万公顷的森林和灌木丛被吞没，数以千计的人被迫逃离家园；在危地马拉北部的原始森林中，则发生了一场1945年以来最大的森林火灾，20多万公顷的原始森林被烧毁，其中主要是红木等名贵木材。此外，加拿大、西班牙和印尼等国均相继发生了森林大火，全世界就是在烽烟四起的危机中渡过了1987年。

八、交 通 灾 难

世纪之交的科学革命极大地推动了20世纪科学技术的发展，而世界科技的不断进步又极大地改善了人们出差旅行的交通条件。超豪华型汽车、电气列车、气垫船、超音速飞机以及航天飞机和高速公路等先进交通工具和交通设施的广泛使用，仿佛使地球一下子缩小了许多，人类"可上九天揽月，可下五洋捉鳖"的古老幻想业已变成了现实。但事实无情地告诫人们，科技文明在向人类提供先进便利的代步工具的同时，也给人类带来了极其惨痛的交通灾难。据不完全统计，本世纪以来，全世界至1979年底共发生重大铁路交通事故18起，死亡约3300余人；至1989年1月共发生重大海难71起，死亡及失踪者约3万人；至1988年7月共发生大小空难事件137起，罹难及下落不明者1.2万余人。至于全世界的各种公路交通事故则更是多得不可胜数，每年造成的死亡人数约在30万人以上，相当于全球每天死842人，每小时死35人。其一般重伤人数是死亡人数的3～5倍，轻伤人数是重伤人数的10倍左右。如此频繁迭

起的各类交通灾难，已经成为20世纪人类社会的主要公害之一。

谈及空难，也许人们还记得1985年8月12日这个悲惨的日子。是日18时12分，一架满载旅客的波音747客机从日本东京羽田机场离港，向大阪飞去。13分钟后，突然一声巨响将正在认真工作的机组人员和神态安详的乘客们一下子推到了极度惊慌的状态之中。当人们刚刚反应过来并迅速采取应急措施时，飞机已失去控制，随后又失去了与机场控制中心的通讯联系。18时57分，飞机从雷达屏幕上消失，悲剧终于发生了。除4人幸存外，19名机组人员和501名乘客全部遇难。当救援人员赶到坠机现场时，只见树木和飞机残骸还在猛烈燃烧，地上到处是残缺不全的尸体、小孩玩具、科学博览会的提兜及其他物品，甚至树枝上也挂着破碎的衣服和人的肢体，令人惨不忍睹。然而，这还不是世界民航史上最大的空难事件。自1920年12月14日首次发生空难事故至今，最大的一次空难发生于1977年3月27日，一架泛美航空公司的波音747客机在加那利群岛的洛斯罗德斯机场与荷兰航空公司相同型号的一架客机相撞起火爆炸，共582人丧生。

1944年3月2日，意大利的一列火车因故障中途停在萨莱诺附近的一条隧道里，426人窒息身亡；1952年10月8日，英国一列三节车厢的火车脱轨撞击在英格兰的哈罗—威尔德斯通车站，112人死亡；1970年2月1日，阿根廷首都布宜诺斯艾利斯的一列快车撞上一列停靠着的慢车，约236人死亡，数百人受伤；1988年3月24日，我国沪杭线上的两列客车迎面相撞，酿成死29人、伤27人的重大行车事故；1989年6月3日深夜，苏联乌拉尔地区的古比雪夫铁路线上两列相向行驶的客车，因附近不到1公里的液化气管道泄漏而引燃爆炸，酿成了世界铁路交通

史上空前的惨剧，至少有469人罹难。

就海难而言，世界海运史上最著名的巨灾之一当数“泰坦尼克”的冰海沉船事件。1912年4月14日至15日，英国4.6万吨级的巨型邮轮“泰坦尼克”号，在首航美国纽约的途中与冰山相撞沉没，造成1503人丧生；1917年12月6日，一艘法国军火船“布朗峰”号在加拿大的哈利法克斯港与比利时的汽船相撞，造成1600人死亡；1987年12月20日晚，在菲律宾首都马尼拉以南约160公里海域，严重超载的菲律宾渡轮“多纳·帕兹”号在夜色中与“维克托”号油轮全速相撞，引起剧烈爆炸和熊熊大火，两轮双双沉没，约3000人葬身海底。以上是人类历史上最严重的三大海难事故，震惊了全世界。此外，世界各国的公路交通事故更是连年不断，仅美国1977年发生的交通事故就达200万次之多，因此死亡近5万人，伤残近300万人，高居世界各国之首。

我国近年来也是各种交通灾难频频，坠机、翻船、火车相撞等重大恶性事故一再发生，有关公路恶性交通事故的报道更是不绝于耳。以上海市为例，1987年全市共发生各种车祸9824起，死亡811人，伤6739人，分别比1986年增长了16.7%、19.6%和9.4%；经过广泛的交通安全宣传教育，1988年上述三项指标均有所降低，但全市的车祸死亡人数仍居高不下，平均每天2人。由此可见，人类利用现代科技酿成的这杯“苦酒”——交通灾难，注定还要人类自己吞咽下去。

九、核污染

在当今日益严峻的全球生态危机中，人们最感沮丧和忧虑的就是生存环境的严重污染问题。废水四溢，废气弥漫，垃圾遍

地，噪音刺耳，日甚一日的环境污染业已成为70年代以来世界范围内普遍存在着的"3P危机"(贫困、污染、人口)和"五大问题"(粮食短缺、资源枯竭、能源紧张、环境污染和人口激增)的重要组成部分。而放射性污染，就是污染世界环境的一大新公害。

世纪之交的物理学革命，为人类打开原子世界的大门奠定了坚实的理论基础；1915年爱因斯坦"质能关系式"($E=mc^2$)的提出，则为20世纪人类寻找新的能源指明了方向，最终导致了1938年重核裂变的重大发现和1942年第一座原子核反应堆的建立。但令人遗憾的是，人类在核能利用伊始便走上了制造原子杀人武器的歧路，为其发展前景蒙上了一层阴影。如果说大量制造原子武器是人类滥用核能进行自我毁灭的话，那么人类在和平利用核能的过程中也会因科学探索和行为不当而付出沉重的代价。在上述两方面的双重影响下，尽管人类利用核能的时间并不长，但核污染灾难却一个接一个地降临了。

1957年，英国温德斯凯尔的核综合设施发生了西方核工业史上最糟糕的一次事故，大火燃烧了生产钚的一个反应堆的核心部分，致使大量放射性尘埃进入大气层四处散逸，漏出的核辐射足以引起几十人患癌症死亡。

1979年3月28日凌晨，美国宾夕法尼亚州的三里岛核电站发生了美国有史以来最严重的核泄漏。当时核电站刚开始商业运行3个月的2号反应堆(加压型轻水反应堆，功率95.9万千瓦)突然发生事故，45%的核燃料(共有62吨)被迅速融化，其中的20吨在1分钟内落入反应堆底部，几乎烧融堆芯。逸出的巨量放射性燃料迫使附近地区居民紧急疏散撤离。三里岛核事故的发生给美国的核电工业和社会经济生活带来了极其恶劣的影响。尽管经营该电站的PGU核电公司已耗资10亿美元进行清污工作，

但至今尚有近一半的放射性核燃料未被清除;10年中核电站周围地区因患癌及生育畸形儿而对PGU公司提出起诉者多达2200多起,其中获赔最多的一次得到了110万美元。

1986年4月26日,位于苏联乌克兰地区的切尔诺贝利核电站发生了一起近乎熔堆的特大核污染事故,震惊了整个世界。是日凌晨1时23分至24分,该电站的第4号反应堆突然2次起火爆炸,巨量放射性物质随着气浪被抛向天空并迅速扩散蔓延,周围地区的众多居民都不同程度地受到了核辐射。其中受到严重辐射的有237人,有的辐射灼伤面积高达90%,致使28人死亡,24人成为一等和二等残废。这起罕见的核泄漏事故不仅使苏联蒙受了20多亿卢布的直接经济损失,而且还引起了国际舆论的强烈反响。这是因为散逸的大量放射性物质随着高空气流纷纷飘向瑞典、芬兰、丹麦和挪威等北欧国家,进而又波及到了东欧、中欧的许多国家,从而引起了这些国家政府和人民的极大恐慌。

1989年4月至6月间,苏联三艘携带核武器的核潜艇接连在挪威海域发生严重事故,其中有的已沉没海底,有的则被迫丢掉核反应堆,依赖备用发动机,拖着滚滚浓烟驶回了苏联。尽管苏联官方坚称事故没有造成放射性泄漏,但仍然引起了挪威人民的强烈不满和挪威政府的抱怨。国际绿色和平组织认为,如果不把沉没的苏联核潜艇及时清除掉,该潜艇的核反应堆将产生相当于1/3的切尔诺贝利核电站事故的辐射量,很可能对海洋和人类健康构成数万年的危害,可见核污染的影响之深远。

20世纪的人类在和平利用核能方面确实取得了辉煌的成就。据统计,到1987年6月底,全世界已有26个国家和地区的389座核电站建成并投入使用,核发电量已占世界总发电量的1/6(其中法国的核电比重已达65~70%,我国台湾省已达60%左右)。预计到2000年,世界核发电量将占总发电量的50%,到

2020年将达到60～65%，在能源结构中将取代化石燃料占据统治地位。然而，随着核能的广泛利用和核电站的日益增多，人类暴露于放射性物质面前的可能性也在增加，因核爆炸和核燃料泄漏造成核污染的危险性大大增强了。一旦人们对核能和放射性物质利用不当、管理不善，就会酿成惨痛的核事故，严重威胁着人类生存环境和生命财产的安全。有鉴于此，人类能否顺利地由“石油时代”过渡到“核能时代”，前景不容过于乐观。总之，核污染是20世纪特有的一大灾难，人们对它必须保持高度的警惕。

十、沿海城市的陆沉

前些年，联合国曾经发出了一个“救救威尼斯”的紧急呼吁，因为它正在持续缓缓下沉。如果按目前威尼斯城的下沉速度推算，100年后这座举世闻名的“水城”就将变成“水下之城了”。

其实，面临陆沉威胁的城市岂止威尼斯城一座，世界上几乎所有的沿海城市都面临着陆沉的危险。本世纪以来，人们相继发现许多地处沿海岛屿、河口、三角洲平原和大湖之畔的大城市都在缓缓下沉，包括纽约、莫斯科、伦敦、东京、墨西哥城、曼谷、斯德哥尔摩，以及中国的上海、天津和北京等。在岛国日本，东京、大阪、长崎和新潟的沉降幅度已达2～3米，以致有人把日本列岛喻之为太平洋上持续下沉的“航空母舰”。可以毫不夸张地说，对“陆沉”的恐慌业已构成了当代日本国民内心深处最大的危机感，科幻电影《日本的沉没》就是这种忧患意识的反映。此外，在不断沉降的世界（沿海）各大城市中，墨西哥城堪称“一马当先”，自1900年以来已经下沉了9米；美国加利福尼亚州的一些城镇和地区则更为惊人，沉降量竟高达9.6米！

上海也是一个陆沉严重的大都市。从1921～1965年，上海市区在45年间共下沉了1.6米(其中最严重地区为2.37米，个别水准点的最大沉降量达2.63米)，平均每年下沉了35.6毫米。若照此速度持续下沉的话，那么只需再过100年多一点的时间，平均海拔高度仅4米的上海市就将整个沉到海平面以下而变成“下海”了。可喜的是，由于科学工作者数年的辛勤努力，1964年终于找到了造成上海地面沉降的根本原因，主要是过量抽取地下水，并且对症下药，迅速采取了“回灌地下水”等有效措施。自1966年起，上海市的地面沉降基本得到了控制，取得了明显的效果。但80年代以来，上海仍在以每年约6毫米的速度连续沉降着，仅1988年略有回弹(0.2毫米)。不仅如此，目前我国已有包括北京、天津、西安在内的20多个大中城市以及整个苏南地区都发生了地裂或地面沉降，陆沉区域正在逐步扩大之中。

沿海地区历来是人类赖以生存和进行生产活动的重要场所，是各国人口集中、产业密布、经济繁荣、文化昌盛的精粹地带。据统计，在全世界111个有海岸国家的沿海地区，高度聚集着世界上1/2的人口和80%的大都市。为了满足这一地区高度密集的人口、城镇和产业的发展需求，人们需要大量地抽取地下水、石油和天然气等地下流体资源，从而引起了当今世界沿海地区普遍陆沉的严重态势，造成地面出现下沉漏斗和洼地、路面积水断裂、房屋倾斜倒塌、桥墩下沉、井台及地下管道伸出地表等一系列严重后果。与此同时，由于近年来全球气候变暖所导致的海洋热膨胀和冰川融化，世界海平面正在缓缓上升，估计在过去的100年中已平均上升了10～15厘米。海平面一旦大幅度上升，必将给沿海地区带来淹没滩涂、侵蚀海岸、危及海堤，阻碍内陆低洼地区排水、咸水溯河倒灌等不良后果。倘若海平面上升与沿海地区的陆沉相互叠加，沿海地区的台风、潮汛及海水入侵

等自然灾害势必更加肆虐无忌，沿海城市堤塌潮涌、城毁人亡的危险性大大增强了，沿海地区若不采取行之有效的久长之计来遏制沿海地基的沉降，那么总有一天，我们的子孙后代将不得不到海底去发掘当代城市文明的遗迹。

以上我们简要介绍了本世纪以来地球上频频发生的十大灾害，它们充其量不过是 20 世纪中人类所遭遇的天灾人祸中的一小部分。但从这十大灾害中，我们仍可窥见当今世界灾害频生之一斑。面对如此频繁的灾害，面对危机深重、百病丛生的地球，各国的科学家、政治家以及一切有识之士正在积极行动起来，共同开展广泛深入的灾害研究，以拯救人类岌岌可危的生存环境。为此，美国科学家弗兰克·普勒斯博士向联合国提出了在本世纪的最后 10 年中开展“国际减灾 10 年”活动的倡议，已被 42 届联大 169 号决议案所采纳，由联合国教科文组织付诸实施。我国于 1989 年4月21日也相应成立了以国务院副总理田纪云任主任的中国“国际减灾10年”委员会，其宗旨是：响应联合国倡议，积极开展减灾活动，增强全民、全社会的防灾意识，提高我国防灾、抗灾、救灾工作的水平，减轻自然灾害带来的损失。针对我国灾害频繁而灾害研究工作又十分薄弱的现状，全国 41 所高等院校于 1988 年底决定协同建立一所“中国防灾联合大学”；上海市则于 1989 年 3 月 29 日成立了全国首家开展中长期防灾救灾研究的科研机构——“上海防灾救灾研究所”；上海另一家灾害研究机构——“上海市防灾救灾培训咨询中心”——也在积极筹建之中。一个全国性、世界性的防灾减灾活动正在蓬勃展开。

本书作为一本系统论述灾害问题的小册子，就是在上述背景下产生的。它试图通过对诸如灾害的历史、现状、成因及防治对策等基本问题的论述，来引起社会各界对灾害问题的广泛重

视，用积极投身防灾救灾的实际行动，为中国“国际减灾10年”的活动贡献一份菲薄的力量。我们深信：在未来的10年中，通过全社会的共同努力，中国人民一定能在国际防灾减灾的活动中赢得辉煌的成就，以崭新的姿态跨入21世纪。

第二章

论　灾　害

古往今来，灾害犹如一个形影不离的幽灵和魔影，始终伴随着人类社会的前进步伐，在世界各国徘徊游荡着。尽管它的种类繁多、表现迥异，行踪也往往飘忽不定，但它总是以损害人类的利益、威胁人类的生存为己任，总是无情地毁坏着人类的生存环境，贪婪地吞噬着人们的生命财产，并以难以阻遏的疯狂在全球蔓延肆虐着。勿庸置疑，灾害是人类生存和社会发展的大敌，与各种灾害的不懈斗争业已成为当今世界日趋紧迫和严峻的一个全球性重大课题。然而，究竟什么是“灾害”？灾害到底具有哪些性质、特征和类型，具有怎样的生成原因和演化发展规律？灾害与人类的关系究竟如何？在频频发生的各种重大灾害面前，人类应当采取怎样的措施和对策去卓有成效地防灾减灾、趋害为利……凡此种种，都是目前世界各国政府和人民正在致力研究解决但又远未得以完满解决的热点问题，从而引发了我们对灾害的进一步研究与反思。

第一节　什么是灾害

什么是“灾害”？这个问题看来简单，却很难仅用三言两语把它讲清楚。日本学者金子史朗在其撰写的《世界大灾害》一书

中，曾给灾害下了这样一个定义："它是一种自然现象，与人类关系密切，常会给人类生存带来危害或损害人类生活环境。这样的自然现象就称为灾害。"[1]换言之，所谓灾害就是那些会给人类的生存与发展带来各种祸害的自然现象的总称。金子史朗对"灾害"一词的上述理解和注释是不无道理的，因为每每谈及灾害，人们就会自然而然地联想到火山、地震、洪涝、大旱等各种令人生畏的自然现象。然而作为定义，我们认为这里至少还有两方面的问题值得商讨。

第一，作为威胁人类生存的一类自然现象的总称，"灾害"一词除了包括火山、地震、山崩、海啸等"纯粹的"自然灾害外，还应当包括诸如烟雾事件、酸雨、尘暴、沙漠化等打上了人类活动印记的自然灾害。后者尽管同样都是自然现象，具有自然的属性，但它们的出现除了"纯自然"的原因外还深深地渗透着人为的因素，因而又都具有社会的属性。即便像洪涝、干旱、暴雨、龙卷风等水文气象因素引起的自然灾害，其生成的更为深层的原因同样在于人类对地表自然界的种种不合理的利用(诸如滥伐森林、毁坏草原、开荒种地、围湖造田等改变下垫面条件和破坏生态环境的盲动行为)，从而招致大自然的无情惩罚和报复。从这个意义上讲，灾害的频频发生实际上是人与自然矛盾激化的一种"恶"的反映，是由于人类对自然过于苛刻的束缚而引发的自然界的猛烈反抗，它在一定程度上表征着人类在征服自然、改造自然的斗争中，人类一方所遭到的挫折和失败；

第二，作为对人类生存的威胁，灾害并非仅限于各种自然现象，它同样还应包括各种有损于人类自身利益的社会现象，诸如人口失控、城市膨胀、海难、空难、车祸、战乱、三废污染、不慎失

---

① 金子史朗：《世界大灾害》，山东科技出版社 1981 年版，第 2 页。

火，等等。这些有害的社会现象普遍存在于人类社会生活的各个领域并且屡屡发生，其生成的根本原因就在于人类社会现存的种种不合理的行为规范，从而给人类自身的生存与发展构成了日益严重的危害。

综合以上两方面的补充说明，我们认为对“灾害”这一概念所做的下述定义是比较恰当和贴切的：灾害是由自然原因、人为因素或二者兼有的原因而给人类的生存和社会的发展带来不利后果的祸害。灾害并不是单纯的自然现象或社会现象，而是一种自然—社会现象，是自然系统与人类物质文化系统相互作用的产物。

就灾害的属性而言，任何一种灾害都具有两重属性，即灾害的自然属性和灾害的社会属性。前者系指灾害对客观世界的影响程度，一般称之为受灾程度，通常可由实物指标表示；后者系指灾害对人类社会生活（尤其是社会经济活动）的影响程度，一般称之为成灾程度，通常可由价值或货币指标表示。

就灾害的类型而言，根据其现象特征分析，灾害可划分为自然灾害和社会灾害两大类。“自然灾害”系指自然界物质运动过程中一种或数种具有破坏性的自然力，通过非正常方式的释放而给人类造成的危害。自然灾害一般包括天文灾害（如超新星爆发、陨石冲击、太阳辐射异常、电磁异暴、宇宙射线等），地质灾害（如火山、地震、岩崩、雪崩、海啸、滑坡、泥石流等），气象水文灾害（如风灾、水灾、旱灾、雪灾、雹灾、雷电、寒潮、霜冻、风暴潮、海岸侵蚀、海水倒灌、热浪、局部强气候异常、厄尔尼诺现象等），土壤生物灾害（如沙漠化、盐渍化、尘暴、森林火灾、病虫害、水土流失、物种灭绝等），环境灾害（如烟雾事件、酸雨、噪声、三废污染、全球性气候异常等）等等；“社会灾害”系指人类社会内部由于人的主客观原因和社会行为的失调失控所造成的灾害，

一般包括行为过失灾害(如海难、空难、车祸、核泄漏、工程事故、医疗事故、生产事故、人为火灾、瓦斯爆炸等),认识灾害(如领导决策失误、思想观念僵化、忽视生态平衡、科技负作用等),社会失控灾害(如宏观经济失控、人口失控、城市失控、环境监测失控、治安失控等),政治灾害(如政治动荡、战祸、社会腐败、道德沦丧等),以及生理灾害、犯罪灾害等等。同样,根据灾害的过程特征分析,我们又可把灾害划分为“突发性灾害”和“趋向性灾害”两大类。突发性灾害一般包括火山爆发、山崩地陷、强烈地震、陨石冲击、暴雨洪涝,以及海难车祸、瘟疫战乱等各种突然爆发的自然灾害和人为意外灾祸,通常具有潜伏期难于监测、爆发期短促、能量释放快、恶性危害大的特点,因而对环境及人类社会的冲击往往是猝不及防、难以抵御的;趋向性灾害则一般包括海平面上升、地面沉降、臭氧层破坏、大气温室效应增强、水土流失、生态破坏、环境污染及各种日积月累酿成的自然灾害和人为灾祸,通常具有灾象性质隐晦、持续时间较长、能量释放缓慢、危害范围深广的特点,人类因此可以有一定缓冲适应、监测预防的余地。除此之外,我们还可以根据灾害的性质、机理、状态等不同侧面对各种灾害进行多角度的分类,在此不一一赘述。

必须着重指出的是:作为人与自然辩证关系的一种反映,各种自然灾害中既包括“纯自然灾害”,又包括大量的“人为自然灾害”。前者产生于各种纯自然的原因,通常具有人力不可抗拒和不可避免的性质;后者则产生于各种人为因素的间接诱发,以及各种人为因素与自然因素的相互叠加作用(诸如人工诱发地震、滑坡,工业三废污染引起全球性气候异常和臭氧层解体,滥砍滥伐加剧水土流失和沙漠化,以及烟雾事件和城市噪音等新公害的出现),通常具有可以预测、防治和避免的性质。有鉴

于此，我们今天所说的“自然灾害”概念既包括了全部的“天灾”，也包括了相当一部分的“人祸”，可以说是一个天灾与人祸的混合体，或称其为是渗透着人祸之浓郁色彩的天灾。同样，作为人与社会辩证关系的反映，各种社会灾害中既包括社会个体行为不当酿成的灾祸，也包括社会群体行为失调酿成的灾祸，既包含着可以避免却未能避免的灾害，亦包含具有不可避免性的灾害。然而，不论是自然的还是社会的，亦不论是突发性的或趋向性的，灾害总是相对人类而言的，它们的共同特征就是损害人类利益、威胁人类的生存、给人们身心的发展及财富的创造与积累带来种种不利的后果。灾害通常总是以人员伤亡及财产损失为标志的。如果没有人的存在，任何灾害都将失去它们施予祸害的客体，灾害也就不复存在了。从这个意义上讲，灾害总是与人类同存共在的。

第二节　灾害与人类同存共在

一部人类的历史，也就是一部人类不断被灾害所困扰又不懈与灾害相抗争的历史。回顾这一历史，我们可以清楚地看到人类是如何在灾害的阴影中生存，灾害又是以何种形式陪伴着人类度过了这漫漫岁月。这对我们更深刻地认识人与灾害的辩证关系，是不无裨益的。

地球诞生至今，斗转星移、海陆沧桑，已经亿万斯年过去了。早在36亿年前，地球上开始出现了最古老的原始生命，经过长期演化，终于在距今约 4.5亿年前形成了完整连续的生物圈层，又在距今约200～300万年前造就了天地万物之灵——人类。对于那时人类的遭遇，我们只能遵照“将今论古”的原则，凭借从古地层中发掘的古人类、古生物化石以及地理考察收集到的零星

考古资料，来寻根溯源，以求窥其一斑。即便如此，我们也可以看到，自从人类在地球上诞生伊始，灾害就随之降临在他们头上了，先民们始终生活在灾害的阴影之中。

在那远古的旧石器时代，我们的祖先挖穴而居，栖树而息，餐风沐雨，茹毛饮血，和兽类一样艰难地生活在原始大自然之中。他们那时除了惧怕雷击电闪、狂风暴雨、森林火灾等一切自然力之外，还惧怕各种凶残的巨禽猛兽。大自然和那些巨禽猛兽都以一种完全异己的、有无限威力的和不可制服的力量与人类对峙着，不时给人类带来灾难性的袭击。为了逢凶化吉、消灾避祸，先人们不得不把蛇、虎、熊、狮等凶猛兽类视为自己崇拜的偶像——图腾；从而萌生了人类最古老的原始宗教。显然，先人们那时唯一能够支配的自然力只有其自身，仅仅以自然界赋予他们的血肉之躯与大自然抗衡着。严格地说，诞生初期的原始人只是一种纯粹的"自然存在物"，还完全依附于自然，直接属于自然界的一部分。对于他们说来，地球空间实在是太大了，而人类自身则显得那么势单力薄、孤孑渺小。他们世世代代生活在热带、亚热带的某些山谷或盆地中，栖息于森林或草原上。地动山摇、火山喷发、泥石流横溢，这些对于先民整体说来或许并不构成灭顶之灾，倒是那偶然触发的森林火灾、奔腾宣泄的山洪以及群兽的包围才是酿成局部氏族灭绝的最大祸害。大自然的任何灾难都可能危及脆弱的人类，各种纯粹的自然灾害时时刻刻都会降临在先民们身上。面对这一严酷的大自然，人类还难以抵御、无力抗争，唯有听天由命，就像臣子谒见君主那样匍伏在大地之神的脚下，听凭大自然的摆布和支配。然而，人类的种子一旦撒落在广袤的大地上，就生根开花，显现了强大的生命力。灾难并没有灭绝脆弱的原始人，相反，人类却越来越强大，越来越聪明了。

原始人经历了漫长的采集、渔猎阶段，以群居方式与自然发生着关系，逐渐从极其简单的群体生活中萌发了原始的社会形态。大约在一万年以前，当人类跨入新石器时代以后，原始人在采集、狩猎的基础上创造了原始农牧业，终于把自己从大自然中分离了出来，开始以一个完全自主的力量与大自然相峙而立，从而掀开了人类史上能动地改造自然的崭新一页。农业社会的产生标志着人类史上的一个伟大的飞跃，被誉为人类文明史上的"第一次浪潮"。

跨入农业社会，可以说是人类日益摆脱大自然的桎梏、与大自然平起平坐的开端，标志着人类社会生产力的伟大进步。在各种自然资源中，人类首先利用的是第一资源——河水和沃土。于是乎，大河流域、山间盆地、冲积平原、河口三角洲平原等凡是拥有丰沛水源和肥沃土地的场所，就自然而然地成了孕育古代文化的温室。其中，在地处亚热带的中东两河流域（幼发拉底河与底格里斯河）、埃及的尼罗河流域、中国的黄河—长江流域以及印度的恒河—印度河流域，首先发育了人类农业社会的基本雏形，古巴比伦、古埃及、古印度和古代中国就此成为人类史上最早的四大文明古国。然而，历史的辩证法一再表明：大凡文明古国都是比较落后的。从灾害论的观点看，越是历史久长的文明地域，越将遭受更多灾害的劫难，因为文明在给人类带来财富和进步的同时也播下了大量阻碍社会进步的祸根，在原有纯自然灾害之上又叠加上大量的人为灾祸，从而在积聚财富和文明的过程中也同样积聚了毁灭文明自身的灾害隐患。不是吗？那一度孕育了古亚述和古巴比伦文明的美索不达米亚平原（现大部分在伊拉克境内），虽以其繁华昌盛而扬名天下，被赞颂为"人间的天堂"，如今却满目疮痍，大部分地区都成了人迹罕见的茫茫荒漠；昔日作为中华民族摇篮的黄河流域地区，如今也到处荒山

秃岭、千沟万壑，一片凄凉景象。如果说昔日的黄河曾是中华民族五千年灿烂文明的象征，那么今日之黄河则已成了一条世人诅咒的灾河。

在“靠天吃饭”的农业社会里，人类曾经历了无数次天灾人祸的侵扰，其中最严重的莫过于水、旱二灾的折磨。水是一切生命的乳汁，水利自古就是农业生产的命脉，从事农耕的人们总是生活在大河流域、大湖周围以及积雪融水丰沛的山麓洪积平原之上，靠水浇灌庄稼，靠水生存发展。然而“水可载舟，亦能覆舟”。同理，水固然能够兴邦，同样亦能覆国。水太少了，沃野会演变成荒漠，楼兰古国即因断了水源而被流沙掩埋了上千年；水太多了，良田又会变成一片泽国。昔日黄河两岸的一座座城镇虽托大河之福拔地而起，又因黄水的涌溢泛滥而被逐一葬没。人们至今还能在开封城下8米深处挖到完整的古汴梁，在徐州市旁的黄河古道下寻到古徐州。

时至今日，尽管人类社会已经步入了工业社会乃至信息社会的时代，但人类傍水而居的基本格局并没有根本上的改变，人们受惠于水又受灾于水的局面也依然如故。在世界各国特别是发展中国家，水涝旱灾迄今仍然是对国计民生的一大威胁。

约在200年前，一声长鸣的汽笛震撼了世界，工业革命摧毁了古老的农业社会，创造了一个崭新的文明。从此，人类由农业社会步入了工业时代。

工业时代的人类社会，科学技术的大发展促使社会生产力有了突飞猛进的发展。机器大生产和煤、石油等新能源的开发利用造就了巨大的社会财富，人类改造自然的能力大大提高了，人与自然的关系日益深化，同时矛盾也日益激化。

工业革命带来的一系列物理、化学、生物反应，就像从潘多拉盒子里释放出巨人的同时一并逸出的瘟疫一样，给人类的社

会生活蒙上了一张有毒的蜘蛛网。这张网随着工业革命的进程越张越大，并愈加明晰地从社会生活的各个领域中显示出它的存在和危害。譬如，从燃煤、燃油的工业烟囱中喷出的滚滚浓烟，把巨量的烟尘和有毒气体带到空中，导致了愈演愈烈的烟雾事件，其中最具有代表性的一次发生在1952年英国的“雾都”伦敦。从12月5日到12月8日，伦敦低空的烟雾郁积不散达四天之久，4000多人因此丧生；工厂倾泻的有毒污水和固体废物不断污染着江河湖海，从而导致了日本汞中毒的水俣事件和富山县镉中毒的骨痛病；汽车、飞机排放的大量废气，污染了大气，由此出现了美国洛杉矶的光化学烟雾等一系列的公害接踵而来。与此同时，人们又大肆砍伐森林、破坏草原、围湖造田、滥捕野生动物，完全按照自己的好恶和意愿来改造、征服自然，盲目地向自然界掠夺索取，从而严重破坏了生态平衡，严重危害着人类赖以生存的环境。早在100多年前，恩格斯就曾谆谆告诫人们：“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都对我们进行报复。每一次胜利，在第一线都确实取得了我们预期的结果，但是在第二线和第三线却有了完全不同的，出乎意料的影响，它常常把第一个结果重新消除。美索不达米亚、希腊、小亚细亚以及别的地方的居民，为了得到耕地，毁灭了森林，他们想不到这些地方今天竟因此成为荒芜不毛之地，因为他们在这些地方剥夺了森林，也就剥夺了水分积聚中心和贮存器。”①但是，恩格斯的上述论断并未引起人们的重视，百年以来人们还是始终陶醉在眼前的胜利之中，置大自然的利益于不顾；尽管60年代以来许多颇有见地的科学家都一次又一次地提醒人们警惕人类的愚蠢行为所将招致的严重后

① 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1984年版，第304～305页。

果，然而这些同样都被当作危言耸听和“杞人忧天”而不予理睬，人们依然我行我素。

大自然承受不了人类过度的破坏性开发，终于以灾害频生的形式向人类发难了。大自然通过大量的灾害特别是殃及全球的环境巨灾频频传递着足以令人清醒的信息：人类对三维空间不合理的深度开发，是打破地表生态平衡、酿成全球环境危机的根本动因。尽管人类从地球外壳采掘的矿石总量同整个地表岩石圈相比是微乎其微的，但就某些物质来说，其采掘量不仅已占蕴藏量的很大比重，更重要的是对它们的开采应用已不同程度地改变了地球上各种化学成分循环交换的自然过程。此外，燃烧煤和石油等化石燃料严重污染了洁净的大气，酿成烟雾、酸雨、毒雪，加剧了大气的温室效应，同时又进一步污染了地表的水圈。排入大气圈和水圈的工业废弃物和其他废物中还包含了一些在自然状态下并不存在的化学合成物，这就更增加了环境污染的复杂性。时至今日，大江大河乃至浩瀚海洋都已不能完全达到自净了。那些流经人口密集的工业化地区的河流，包括美国、日本、欧洲各国的全部河流以及苏联在欧洲部分的 2/3 河流，早已不存在“自然状态”了。它们既是水运交通的干线和工矿企业的供水源，同时又是天然的污水排放处理系统。目前这类河流约占全世界河流总量的 20%。

发达国家以及一部分发展中国家的农业生产也基本上“工业化”了。美国的“石油农业”就是一个深深打上工业化烙印的现代农业的典型，因为它所大量使用的农业机器的运转都需仰仗石油，其大量使用的化肥、除草剂和农药等几乎全是石油化工产品。美国的石油农业的确是高效的，仅 200 万人从事农业生产便可轻松地养活2亿美国人，而且每年还有大量剩余的农产品可供出口；但它同时又是高消耗的，是以土壤的丧失、沃野的贫瘠、水

质的恶化为代价的，在其高效的背后亦潜伏着一场深刻的危机。如果现代农业的这种趋势不加限制地持续下去，那么总有一天，全世界的水土资源将流失殆尽、水旱灾害将更加横行，地表自然界的原有平衡将遭到全面的破坏，全球性的灾难将相继袭来。

科学技术犹如一柄双刃剑，它既可以造福于人类，又能危害于社会。英国哲学家波普尔曾经说过："科学进展是一种悲喜交集的福音"。这一比喻颇为贴切。

当煤和石油等化石燃料深埋于地下之时，它是一种对于人类无益又无害的东西，而一旦广泛开采利用，它在造福于人类、为工农业生产提供巨大动力和原料的同时，也给人类生存的环境空间带来巨量的废气、废渣和二氧化碳。全球大气中二氧化碳的猛增已引起愈演愈烈的温室效应，而温室效应则将造成全球气温的升高，引起世界海平面的上升。如果照目前二氧化碳含量的增长态势发展下去，21世纪世界上将有相当一部分沿海大城市低于海水潮位，从而处在"悬"海的威胁之下，届时人类迎来的将是一场新的"摩西洪水"；同样，由于过多的大型喷气客机的频繁航行以及全世界各种制冷设备的普及，致使氟氯烃过量的弥溢在大气之中，极大地消耗着空气中的臭氧，以致南极上空的臭氧层窟窿不断扩大，其范围已大似北美、高如珠峰。如果岌岌可危的臭氧保护伞毁于一旦，那灾害远比洪水要大，地球将有可能重新回到没有生命和人类的洪荒时代。这是多么可怕的情景啊！

展望未来，人类既不会因噎废食、回归自然，也决不会听凭灾祸横行肆虐。人类是下了决心要顶着灾害的风浪前进的，既要食鲜美的鱼又要品尝那难熟的熊掌。尽管人类已为"挑战者"号的空难和切尔诺贝利的核泄漏付出了惨痛的代价，然而航天飞机照样升空，核电站仍然在兴建。也许现在和未来，人类还要

付出更大乃至更惨的代价，但是人类仍将发愤研究，不懈地探索，以期掌握自然规律，顺应自然，战胜灾害，完善自己。

随着科学技术的发展，人类正在不断克服着旧有的灾难，同时又在创造新的灾难。科技发展无止境，社会进步无止境，灾害也将会层出不穷。对于人类来说，科技永远是悲喜交集的福音，灾害永远和人类同存共在。

第三节　灾害的两重性

“祸兮，福之所倚；福兮，祸之所伏。”这一言简意赅的名言深刻地点出了事物变化的辩证关系，也生动地道出了灾害的两重性。

从事物运动变化的角度来看，灾害是一种突变，是物质世界运动变化的一种表现。如果我们把研究的视野扩大到整个宇宙、星系，那么按照“热大爆炸宇宙模型”的观点，宇宙起源于“原始火球”，是在刹那间的一次特大热核爆炸中形成的。换言之，宇宙也就是灾变的产物。如果布丰于18世纪中叶提出的关于太阳系是由其他天体碰撞太阳而逐渐形成的这一假说成立的话，那么地球也同样是在灾变中诞生的。从地质史上看，地球诞生之后曾经历了地球演化的天文时期和地质时期。在地球的天文时期，地球的外层空间尚没有厚厚的大气包围，在地球表面也没有坚硬的地壳，更没有大海、河流和青山，正如今日的月球，是那样的单调、死寂。那时，宇宙之间的小行星、彗星、流星及其他小天体经常会乘隙而入，轰击地球，由此触发了一次次的火山喷发，造成岩浆横溢。正是长达15亿年之久的翻天覆地的灾变，才从地球深处释放出大量的气体，不断补充到地球外围的空间，直至逐渐形成包围地球的原始大气圈；正是由于大量岩浆的喷

发、冷凝，慢慢地构成了地表坚固的岩石圈；正是由于地球内部释放的水蒸气在大气层中凝结成水滴，重新降落到地面，形成了江河湖海的雏型，地球上才出现了有“生命之源”之称的水圈。总之，没有地球天文时期一系列翻天覆地的灾变，也就不会有适宜促成生命形成的地球空间。

进入地质时期之后，地球上开始有了生命。这些生命的种子经历了数十亿年的沧海桑田的大劫难，非但没有灭绝，还在不断进化。根据板块构造理论，大陆板块的分合、漂移、碰撞，在我们居住的星球舞台上导演了一幕幕的造山造陆运动和一次次的海浸、海退。这种移山填海、沧海桑田的大规模运动变化，对于地球上的生命而言不啻是一场场大灾难。然而，恰恰是在这些灾难之中，一批批不适应环境的生物被灭绝、淘汰了，一批批能适应新环境的生物应运而生，生机勃勃地发展壮大起来。从这个意义上说，一部生物史也是一部灾变史，生物就是在灾变中不断进化、发展的。

距今200～300万年的第四纪，是万物之灵人类诞生的一个具有划时代意义的世纪。然而，人类的诞生也和地球上的灾变息息相关。人是从猿演化而来的，而猿走出森林的动力之一就是喜马拉雅山和阿尔卑斯山的造山运动。由于这两座地球上最年轻山脉的一朝崛起，造成了整个大气环流态势的变化，全球气候突变、气温骤降，迎来了全球性的冰河时期。随着热带森林的缩小枯萎，猿类中的一支勇敢地走出世代居住的森林去寻找新的生路，这在客观上促进了猿的直立行走，加速了从猿到人的演化进程。

综上所述，一部地球史、生物史，也可以说成是一部灾变史；地球、生命、生物都是从灾变中走出来的，人类也可以说是从灾变中诞生的。地球上自从有了人，灾变就有了新的含义，成了

灾害。那么，相对人类而言，灾害是否还具有两重性呢？回答是肯定的。

人类社会存在于客观物质世界之中，物质不停顿地运动变化会给人类社会带来两种结果：一是有利于人类的生存和社会的发展；一是给人类社会带来灾害。但是，从辩证法的角度看，上述两种结果总是相对的；在物质运动发展的不同阶段上，从不同的侧面去认识或作用于事物，都会产生不同的利害关系，造成不同的社会后果。灾害作为一种特殊的物质运动形式，情况亦是如此。古往今来，火山、地震、狂风、暴雨年复一年，从来没有停止过。这些灾害固然会给人类带来天大的灾祸，但同时也会给人类带来一些意想不到的好处。试以火山喷发为例。全世界至今还有 523 座活火山，尽管其中大部分火山正在休眠，然而它们一旦喷发，便会给周围的居民带来巨大灾难。但令人奇怪的是，活火山的存在并没有吓跑周围的居民；恰恰相反，大凡火山喷发过的地区往往是人口密集、经济繁荣之地。那是什么原因呢？因为火山灰是肥力极佳的天然肥料，人们离不开那肥沃的土地。哥伦比亚火山在 140 年前的一声怒吼曾经吓跑了周围的居民，可是当火山的硝烟刚刚熄灭，人们重又扶老携幼地回归昔日的家园。那高耸于风光旖旎的那不勒斯海湾的维苏威火山，1900 多年来曾经几度喷发，而今日复又青葱碧翠，山坡上一片片果园，一排排葡萄架，长着鲜美的水果，山麓又布满了一片片农庄。就连那座被火山灰埋葬了整整 1700 多年、至今尚未全部出土的著名古城庞贝，如今也是游人如涌，新的一代庞贝人已经陆续搬进了昔日被毁灭的城堡。

火山喷发被人称为“魔鬼的烟囱”，而在这个“烟囱”里却蕴藏着从地球深处带来的丰富稀有矿藏资源。除了硫磺外，世界上价值连城的金钢石大部分都产在天然火山口上（火山颈内），因

此人们常到死寂了的或休眠期的火山口中觅宝。

火山喷发时是危险的，但其喷发出来的气体却是宝贵的。北美阿拉斯加火山有“万烟谷”之称，每年喷出的氯化氢气体约125万吨，氟化氢气体约20万吨。于是有人把火山称作为“天然的化工厂”。火山释放出来的能量足以摧毁一座大城市，然而它尚未喷发之前就让其慢慢释放却可以造福于人类。北大西洋有一个火山遍布的岛国——冰岛。这个面积只有10.31万平方公里的国家竟有300多座火山，其中1/10是活火山。冰岛人在火山口开凿斜井，让积聚在地下的能量慢慢释放，用来发电、取暖，既避免了一场场对人类来说灾难性的悲剧，又使北国回“春”，变害为利。火山喷发曾经给人类带来过灾难，并且必将继续带来新的灾祸；然而火山也有有利于人类之处。这是火山灾害的两重性。

火山灾害的两重性是比较明显的，洪水泛滥、森林火灾，乃至狂风暴雨亦有类似之处。尼罗河周期性的洪水泛滥就是一个典型。洪水泛滥通常会给河流两岸的人们带来灾难，而埃及人却用它来洗盐、灌溉、施肥，使灾后的耕地能长出一茬好庄稼。在阿斯旺水坝尚未建造前，埃及人伴着这年年泛滥的尼罗河渡过了漫长的岁月；而阿斯旺水坝建成后，由于河水被阻拦在水库、堤坝之中，尼罗河两岸的土地得不到河水的灌溉、洗盐、施肥，也就日益贫瘠化了。又如森林火灾，一旦发生将会给人类带来重大损失，但原始森林中的森林火灾又不失为保持生态平衡、更新树木的一种自我调节。

台风（热带气旋）是发生在太平洋低纬地区的一种特大风灾，每年夏秋之交是它活动的最盛期。它伴着狂浪而来，往往掀起风暴潮，冲毁江海堤岸，导致风灾洪涝。可是假如世界上没有台风，那么位于太平洋西岸的我国东南沿海一带将年年遭受干

旱的煎熬，甚至会出现一片片的滨海沙荒。

地震也许是较难找出有利于人类之处的一种自然灾害。其实也不尽然。本世纪50 年代至 70 年代，意大利举世闻名的“水城”威尼斯地面持续缓缓下沉，以至联合国向全球科学家发出了“救救威尼斯” 的紧急呼吁，请大家提供锦囊妙计，但这一难题迟迟未能解决。1976 年，该市附近的里亚斯特市发生了强烈地震，震后的威尼斯竟奇迹般地停止了下沉，并且地面开始回弹，5 年中共回升了 2 厘米。尽管威尼斯的回升原因目前还是个谜，可是这显然和地震有关；又如有的科学家提出，地震的发生能促使石油的生成，这一理论也被证实了。在苏联土库曼地区，一次大地震促成了石油生油和储油结构的形成，使人们得到石油开发之利。① 此外，构造地震往往沿着断裂带发育，从而促使断裂带在剧烈的地壳应变过程中生成一些珍贵的宝石，如我国最大的天然钻石——“常林钻石”就是在地震活动频繁的芦江一郯城深大断裂带附近发现的。

需要说明的是，上述对灾害的两重性的论述决不是要对灾害评功论过。灾害之所以称其为灾，当然主要在于它会给人类带来损害，这是提出问题的前提；如果简单地说灾害对人类有利，那么灾害也就不成其为灾害了。但是任何一种灾害，在它对人类酿成灾祸的同时，有没有从中获利的可能性，有没有一点可为人类所利用之处呢？这是值得我们注意和探索的。研究灾害的两重性正是为了帮助人们辩证地认识灾害，从而启示人们在防灾减灾中把握时机、开拓思路，尽可能去害为利，化祸为福，这在研究自然灾害中无疑是有所裨益的。

灾害除了具有自然属性外还有社会属性，按其发生的原因

---

① 郭增建、秦保燕：《灾害物理学方法论(三)》，灾害学杂志1989年第2 期。

可分为天灾和人祸。这一划分本身即生动地说明了灾害的两重性。自然灾害往往是人类不可抗拒的力量引起的灾害；与自然灾害相区别的人为灾害则是由于人的因素诱发或造成的灾害，如果经过周密的考虑和充分的预防，一般是可以避免的。在当代，天灾和人祸往往相互诱发、互相叠加，不少看来是天灾的灾害中渗透着浓厚的人祸因素，以致有人认为"天灾八九是人祸"。这是不无道理的。1979年盛夏，在世界瑰宝莫高窟所在地——甘肃敦煌县，这个被沙漠包围的常年干旱的县城竟然闹了一场不小的水灾，全城毁屋4000多间，全县10万人口中的受灾人口竟达7000人，以致沙漠中的水灾这一千古奇闻被广为传播。这究竟是怎么回事？原来1979年盛夏，天气特别炎热，终年积雪的祁连山融雪量特大，正如古诗中写的那样："真阳消尽阴山雪，顷刻飞来百道泉。"高山冰雪融化，把敦煌的党河水库盛得满满的。达到了历年最大库容量；同时印度洋潮湿的气流随着活跃的西南季风穿越青藏高原向祁连山吹来，致使连年干旱的敦煌一反往常，细雨绵绵，年降雨量达105.5毫米，4倍于常年。由于降水集中加上冰雪消融，给敦煌带来过量的水，使长期处于干旱缺水中的敦煌人乐不可支。他们面临党河水库行将漫溢的危险却迟迟不愿下决心打开水闸，泄水防洪，因为水对敦煌人说来实在是太可贵了。爱水如命的观念使他们忘却了水太多了也会带来灾难。最后，水库终于决堤，洪水像猛兽一样呼啸而下，将敦煌县城浸没在一片泽国之中。这场沙漠中的水灾是由于人的行为失误而诱发天灾、由利变害的典型例证。类似的情况在新疆吐鲁番地区的戈壁荒漠中也曾发生过，结果造成了"水漫火焰山"的特异灾害现象。这些事例都生动地告诉我们："利"与"害"并非截然对立，而是辩证统一的关系；二者之间具有一个相互转化的量的界限，即事物的"度"。当"利"超过其"度"的规定性就变成

了“害”；反之，“害”也同样可以转化为“利”。这就是同一客观事物“利”与“害”的两重性。

天灾加剧人祸的事例也是屡见不鲜的。1978年，美国国会在一份报告中写道：“灾害不仅造成数以万计的人员死亡，以及数亿美元的财富损失，更为严重的是在一定时期、一定范围内，它可以使政府丧失政治、经济和军事的能力，陷入一片混乱的无政府状态。”事实上，历史上的灾年往往和疾病流行、社会动乱结合在一起，雪上添霜。

灾害的两重性还在于，灾害在给人类带来惨痛后果的同时，会促使人们变得更加聪明起来，从而推动科学技术进步，总结经验教训，更好地掌握自然规律和社会发展规律，达到减灾消灾的目的。

灾害是人类生存和发展的大敌，早自远古时代起，人类出于求生存，就曾经和种种自然灾害作过不屈不挠的斗争，在防灾减灾中有过许多发明创造。人们筑海堤来挡潮，修江堤用以防洪，用烟熏和土火箭来驱冰雹，通过观天象和动物异常等前兆报灾害。打开我国浩瀚的史册，其中就有不少值得骄傲的记载：东汉科学家张衡创制了世界上第一台候风地动仪，并准确地测报了陇西地震；明代徐光启在《农政全书》卷44所写的《除蝗疏》中系统地记载了蝗虫的生活习性和捕杀方法等，这是我国最早的治蝗科学专著；清初刘献庭写的《广阳杂记》中记载了我国甘肃地区用火炮、烟熏等消除冰雹的方法；清代汪铎辰的《银川小志》中记载了地震前兆，直到今天还广泛应用。正是在与各种自然灾害的斗争中，人类才相继发展起来了水利学、地震学、农学、医学以及其他自然科学。

灾害予人以危机，又给人以机会。为了防灾减灾、变害为利，就需要运用先进的科学技术。从科学史来看，灾害多发之

年，也是科学技术大有发展之时。大灾当前，最好动员。在国际防灾10年中，让我们面对灾害，抓住机遇，认真研究灾害，防治灾害，把人类的科学技术推向新的高度。

第四节　面对灾害的反思

如果说20世纪是灾害频频的世纪，那么80年代则是这一世纪中灾害深重的一个年代。

统计资料表明：60年代全球受水灾的人数平均每年为520万人，到了70年代跃增至1540万人；60年代受旱灾人数为1859万人，70年代上升到2440万人。这短短10年中灾害总数增加了33%，因灾死亡人数接近翻了一番；在80年代已近尾声之际，我们概略地统计一下，因灾死亡人数已超过70年代总和的30%。全世界每年由于自然灾害造成的直接经济损失达100～150亿美元，间接损失高达850～1200亿美元。就我国而言，每年受灾的损失也是十分惊人的。灾害愈演愈烈，已经严重地威胁着人们生命财产的安全，人类再也不能等闲视之了，是到了认真反思的时候了。

灾害具有客观性和必然性。只要生活着人类的地球仍在太空回旋，地球上的岩石圈、大气圈、水圈依然在运动，就随时会发生灾害。对灾害不仅要有全球意识，而且还得建立宇宙空间灾害的观念。地球在太空的回旋，不仅受到太阳黑子爆发、超新星爆发的波及，还会有被其他天体撞击的可能，随着越来越多的人造天体和火箭进入太空，太空垃圾的日益增多，更增添了这一危险。据美国科学家观测发现，1989年3月，曾有颗直径为800米的小行星在掠过地球的时候，仅距地球65万公里，是近50年来最接近地球的一个天体，如果它离地球再近些，就有撞向地

球的危险。

最近，一位荷兰天文学家洛克费德报告：他自1986年起就跟踪一颗硕大的无名流星，这颗流星沿着一定轨道运行，根据它的速度及距离偏差计算，预计在1992年1月7日前将与月球碰撞。洛克费德并预言，由于流星体积大和速度快，这次碰撞将是剧烈的，也许会将月球撞去1/3。尽管不少科学家认为这一报告是“杞人忧天”，但洛克费德说得有根有据，并预报了具体时间，从而理所当然地引起了人们的注意。

从地球的三圈（岩石圈、大气圈、水圈）运动来说，长周期的会产生地壳板块的重新组合，大规模的海浸海退，冰河期和温暖期的交替出现；短周期的则在岩石圈、大气圈、水圈的界面上相互作用而引起地震、火山喷发、旱涝、雪害等等。因此，增强灾害意识，保持高度警惕，绝不抱侥幸心理是十分重要的。

灾害的作用客体是社会的人，具有社会性。改造自然，使其适合于人的生活，这已经成为人的一种本能。可是，大自然则会毫不含糊地照样以各种形式的灾害不断报复人类。随着人类的生产力发展，智慧圈、技术圈的不断外延，改造自然的规模愈来愈大，开发自然的深度越来越深，同样遭到的报复也更重更惨。人类改造自然不止，由人触发的灾难也永远不会完结。对此，我们也要有充分的思想准备。面对未来，我们面临着各种灾害频频袭来的可能性和危害性，说我们全球处于灾害的隐患之中，决不是“杞国无事忧天倾”，说20世纪最后10年将是灾害纷至沓来的10年，也并非危言耸听。灾害的历史经验证明：对于一切灾害的来临，有没有思想上、物质上的准备，其成灾程度迥然不同。

灾害是人类不可避免的悲剧，可是认识不到灾害的隐伏性、突发性则是人类愚蠢导致的大悲剧；如果觉察到灾害即将袭来而不采取有效手段，或者无法去防灾、减灾、消灾，任凭灾害吞噬

人民的生命财产，将无疑是人类最大的悲剧。这就是增强灾害观念的重要所在。“人无远虑，必有近忧”，这一富有哲理的谚语用来指导防灾是十分有用的，特别是对于趋向性(非突发性)灾害，无疑是一种行之有效的指导思想和策略。

就当前世界上普遍发生的环境灾害来说，决非一朝突然出现的，它始于300年前的工业革命，激化于20世纪以来的数十年工业发展时期，特别是化学工业突飞猛进之际。正是由于掠夺式的生产，大肆砍伐森林、草原，不顾环境恶化，任意排出毒烟、污水，才把地球糟蹋得濒临无一方净土可觅，无一口洁水可饮的地步。如果我们的前辈在从大自然中贪婪地夺取富源之际，有点远虑，那么，也不致于造成今日的生态危机。

这一前车之鉴对我们今日同样有用。在温室效应加剧，臭氧空洞日渐扩大，世界海面持续上升，水土流失越演越烈，众多的灾害和灾害预兆纷纷袭来之时，我们应该行动起来，依靠今日的科技进步，尽可能推迟这些渐渐走近的灾难，让我们和我们的子孙赢得足够的时间，抢在灾害来临之前，去研究这些即将到来的灾害，进一步减灾、消灾，我们才不至于愧对子孙后代。如果说“人无远虑，必有近忧”是防灾的经验之谈，那么，面对灾害接踵而来的今天，“亡羊补牢”也许更具实际意义。例如：面对世界洋面普遍上升这一灾难，除了呼吁全世界尽量减少二氧化碳的排放量这一积极措施外，荷兰这个低地之国正在建造一条长达9公里的大坝，以备不时之需；意大利的威尼斯也正在建造一条长达2公里的挡潮墙；美国环境保护局准备投资111亿美元来保护海洋；而位居印度洋中的马耳他，孤悬于太平洋中的瑙鲁等岛国则已经在大陆上购置地产，建立据点，以待灭顶之灾到来之前能迁国他处，这些措施无疑是明智的。

对付灾害不外乎测、报、防、治、救五个字。在当前人类

尚不能正确测报重大自然灾害和无法完全避免各类灾害的情况下，防、治、救具有极为重要的意义。这是因为减灾就是增产，它是一种负向增值。我国每年受灾直接损失达 200 亿，间接损失更不计其数，仅民政部门用于救灾的款项即达 10 亿元。如果经过几年努力，依靠正确的测报和严密的防灾、及时的救灾，能减少灾害损失的 30% 的话，那就是一笔十分可观的增值。减灾还是促进国家安定团结，人民安居乐业的重要因素，是国家基础工业和基础农业设施的有力保障，因此减灾是当前摆在我们面前十分重要的任务。

防灾要有重点。在当今人力、财力不济的情况下，要十分注意投入效益，任何平均使用力量的做法都是失策的。没有重点就没有全局。防灾是这样，减灾也是这样。根据国外防灾的经验，防灾的重点首先要放在灾害敏感区和灾害多发区，诸如我国东南沿海的台风、风暴潮敏感区，我国华北、西南的地震敏感区、黄河两岸及黄淮海平原的干旱、洪涝敏感区等，针对灾害的性质采取重点防治。

城市，特别是大城市和特大城市的防灾应首先列为重点。

城市是人口密集、产业密集之处，一旦遭灾，人口越密集，受到的损失就越大，这是众所周知的常识。就以地震来说，7 级以上的地震发生在唐山市、列宁纳坎市、墨西哥城等人口密集的城市，一次灾害能使成千上万人丧生，而若发生在地广人稀的地方，例如新疆的乌恰尽管震级也达7.4级，损失相对要小得多。在地震灾害史上，每次死亡人数在 5 万以上的震灾大多发生在人口密集的城市和地区。同样，猛烈的台风、飓风在渺无人烟的大洋上掠过，只是掀起万丈巨澜而已，而一旦登陆，损失就难以估计了。从这一意义上说，密集的人口和林立的城镇也是一个灾害源。从城市特别是大城市的重要性而言，大部分是国家的经济、

政治中心，特大城市和重要城市一旦遭灾，会使国家经济发生崩溃和导致政治危机。另外，城市由于人口拥挤，生态恶化，本身即隐伏着城市灾害的苗子，一旦受到天灾的袭击，就会造成更大损失。

对生命线工程要重点给予保护。生命线工程指的是有关国计民生的工程。包括海堤、江堤、水库、电站、铁路交通枢纽、水厂、大型企业等等。这些生命线工程关系到一个城市，一个地区，乃至一个国家的经济正常运转。对于生命线工程的防灾，一是在工程选址时就要充分考虑灾害隐患，尽可能避开灾害敏感区，二是当灾害突然降临，要确保工程的安全。

在我国有两个灾害带值得特别注意，应予以重点的研究和防治。一是我国沿海地带。这里既受来自海洋的灾害，又受来自陆地的灾害。地处河口海岸的滨海城市既是我国人文精粹之地，又是生态极其脆弱、环境日益恶化之处，还面临着普遍的城市地面沉降和海面上升的严重威胁。二是晋、陕、蒙地带。这是我国又一灾害敏感区，从气候看，处于旱燥气候和湿润气候过渡带，易旱易涝，干旱严重，黄河这条灾河又流经这里。然而，这一地带又是我国石油和煤炭的重要产地，一些大型的煤矿和油矿大都集中于此。对于这两个在全国经济发展中具有重要作用并建有众多生命线工程的灾害敏感区，我们必须格外注意。

对于自然灾害和人为灾害的防治，要把重点放在人为灾害。对大多数自然灾害，目前人类尚无消灾的绝招，人们只能从及时预报、快速有效的救灾来尽可能减灾，而对于趋向性的人为灾害，依靠目前所掌握的科学技术和发挥人的主观能动性是完全有可能把灾害消除的。

要重视人与自然协调发展的研究。通观今日国内外发生的天灾人祸，其中有不少灾害是人与自然不协调而引起的。在人类

的智慧圈和技术圈不断外延，人类改造自然能力长足进步的情况下，人已经作为一个重要因素在灾害发生的系统中起着十分重要的作用。人们已经意识到，今天的自然灾害从某种意义上说是天、地、人三大系统不协调的产物。其中人占了很重要的地位，也有学者认为今天发生的天灾大都掺有人的因素，因此有“天灾八九是人祸”之说。就以江水泛滥导致洪灾来说，有的学者就认为这是人类以江堤来约束河流，迫使其在狭窄的河道中流动，最后冲决堤坝的结果。由此导出了灾害是由于人类对自然苛刻的束缚而引起的一种反抗的结论。

重视人和自然的和谐相处，必须把科技、经济、社会协调发展这一难题的解决提到重要的日程上来。当前危机四伏、灾害并发的世界形势，已经使人们较清醒地认识到，增长不等于发展。20世纪，就物质生产来说有了极其迅速的增长，人们的生活水平总的说来有了很大的提高。对于发达国家来说，已经不存在酷暑和严寒，他们可以住在备有空调的居室中，能一年四季在芬芳的花丛中品尝那产自温室的四时鲜果，然而，这一切是以牺牲大自然环境为代价而取得的。随着环境日益恶化，纯粹的自然几乎全被人工自然所替代。发达国家走过的歧途，发展中国家如果再重蹈覆辙，其后果将会更惨。

科技、经济、社会协调发展的难题也同样困扰着我们。首先是一个个大城市面临着日益严重的城市病，如上海这个1200万人口的特大城市就处于城市经济生态全面恶化，灾害隐患四伏的危机之中，一旦遇到天灾将会诱发连锁反应，陷入瘫痪的困境之中。

因此，寻找科技、经济、社会协调发展的最佳点，寻找一个生态良性循环、经济持续发展、环境日益改善的模式，是城市防灾、减灾的一个重要方面。

在与灾害作斗争的漫长岁月中，我们已经积累了许多对付灾害的有效办法，相应建立了众多分门别类的专业学科，并在防灾减灾中取得了重大的成果。但灾害的发生既有自然原因，又掺杂着人为因素；灾前，对灾害要作危险评价，及时预报，灾后又要组织快速有效的抢救，进行灾情评估，保险赔偿等等，这是一个牵涉到各门学科的系统工程，决不是单一学科所能解决的。因此，组建一支专业精深，知识广博，有自然科学和社会科学学者共同参加的多学科的灾害研究专家队伍已迫在眉睫。建立一门研究灾害的发生、预警、救灾、理赔的综合学科也已势在必行。

第三章

灾害的成因

认识灾害发生的原因，以实现防灾抗灾、消灾避祸的目的，自古就是人类的美好愿望和迫切要求。然而在充满图腾与禁忌的蒙昧时代，人们对自然、社会和人类自身尚处在无知或知之甚少的阶段，因而对灾害成因的解释只能是虚幻的和神秘的，只能将趋利避害的美好愿望寄托在宗教和巫术之中，充其量不过是一种向往而已。

人类对灾害成因的科学研究和系统阐述肇始于近代自然科学革命以后，在这科学大繁荣和大发展的时代，人们纷纷运用初创不久的各种理论学说来试图说明形形色色的灾害现象。然而由于灾害成因的错综复杂性，人们对这一问题的研究远未取得完满的成果，至今尚有许多问题未能得出科学的结论。有鉴于此，我们不妨仅从宏观的角度对各种灾害的生成和发生的原因作一个一般性的探讨。

每一种灾害在其生成和发生的过程中都会表现出鲜明的个性特征，以别于其他的灾害类型。但是，若将这许许多多的个性特征综合起来，我们不难发现这样一个共性特征：一切灾害发生的根本原因都在于自然界和人类社会这两大系统内部各要素的紊乱失衡，以及两者之间互相作用的不协调。如果暂时撇开人与社会的影响，仅就自然界本身而论，当其内部的运动、变

化和发展超出了人和社会所能承受的范围并以不可抗拒的自然力给人和社会以一定程度的危害时，这种运动、变化和发展的结果就构成了各种纯粹的自然灾害，亦即“大自然的暴行”。对于这类灾害发生的原因，只能到自然界内部去寻找。当把人为因素和社会因素考虑进去以后，自然灾害也就不再成为纯自然的了，而成为人类活动所诱发的灾害。尽管它们以“天灾”的形式表现着自己，但其产生的深层原因都渗透着人为的因素，或因人类不合理地盲目开发自然资源（“无情的报复”），或因人类活动的废弃物对生态环境日益严重的污染，从而降低了人类生存环境空间的质量（“难吞的苦果”），或因人类科技发展的阶段性和局限性带来的危害（“探索的代价”），或因人类自身生理或心理上的固有弱点造成的危害（“生理的极限”）等等。这些都只能到自然、人与社会的相互关系中去寻找发生的原因。

诚然，探求纯自然灾害的原因是极其困难的。每一种具体的自然灾害发生的原因都是自然科学工作者长期研究也未能完全解决的问题。而人为灾害发生的原因则更为错综复杂，迄今为止，人们尚未对这类问题展开系统的科学研究。所以，从这个角度来说，要解决自然灾害和人为灾害的成因问题远不是本书所能胜任的。这里，我们仅从整体上对纯自然灾害和人为灾害的成因问题作一些探讨，力图给人们某些认识论和方法论上的启示，从而为进一步的、具体的、实证科学的研究抛一砖石。

第一节　大自然的暴行

人类生存在地球上，就不可避免地受到地表环境的影响、制约。这种影响是随着地球的长期演化逐渐形成的，其演化动力来源于地球外部的太阳辐射能，以及地球内部的内能、重力能

等。由于内外两方面力的交互作用，地表环境的各个要素始终处在不停的运动变化之中，由此促成了人类的产生，推动了社会的发展。可是，当这种"推动"作用一旦超出了人类的承受能力，它就会以一种不可抗拒的异己力量作用于人类，从而形成危害人类的各种自然灾害。因此，欲了解自然灾害的成因，首先就要了解人类生存的地表环境。概括起来讲，人类生存的地表环境具有下列基本特征：

1．开放性。地表环境是一个由海洋和陆地两大自然地理单元组成的开放系统，内外之间经常存在着物质和能量的输出和输入，促使各组成要素不断的运动和循环交换。正由于地表环境要素的不断运动和变化，才使人类有可能受到各种突发性灾害的冲击。

2．层次性。地表环境始终处在岩石圈、水圈、大气圈和生物圈的交互影响之中，各圈层之间相互交融、相互影响，构成了地表环境复杂性的客观基础，致使自然灾害往往具有多层叠加的特征。

3．整体性。地表环境由生物、地质、水文、大气等众多的要素构成。这些要素之间又是相互联系、相互制约和相互影响的，故当其中一个要素发生变化时，势必引起其他要素的变化。这就是地表环境的整体性。它决定了灾害发生具有非单一性和伴生性的特点。因此，人们常常看到一种灾害的发生，会诱发其他灾害。

4．差异性。由于构成地表环境的要素具有数量和质量的差异和不均匀的时空分布，导致了地表环境呈现出明显的差异性。这种差异性在空间上表现为地带性和非地带性交织影响的结果。故此，不同地区出现的灾害现象具有不同的特点。

5．节律性。节律性是指地表环境的各个要素的变化在时

间上具有谐波状的规律。这种规律的时间尺度不一，有长有短。因此，自然灾害的发生一般也具有节律性，如旱涝的发生，冰期与间冰期的更迭等，都是受这一特征支配的。

6. 等级性。地表环境中的有机界，依食物的摄取关系，在生态系统中具有阶梯状的等级性。其能量是沿着生产者（绿色植物）——→初级消费者（草食动物）——→第二级消费者（肉食动物）的方向不可逆地流动。它制约并调节着生物的进化，影响着地表环境的结构形态和组成方式。

7. 稳定性。由于地表环境的结构具有一定的稳定性，因此，人类的生存环境在一定的时空条件下能保持相对的不变性，显示出一个有规律的地表格局。而自然灾害大多是这种稳定的地表格局发生灾难性突变的结果。故此，它常给毫无思想和物质准备的人类以毁灭性打击。

8. 变异性。变是绝对的，不变是相对的。地表环境一直是处于不断的变化中。稳定性只是渐变过程的一种表现形式。一旦渐变超出了一定的范围，地表环境失去了有限的调节能力，其结构就要发生变化，稳定性也就不存在了。自然灾害就是这种变异性的特殊表现，它无论在深度和广度上，还是在速度和强度上都是巨大的变异。

自然灾害是指由于纯自然的原因而给人类社会造成巨大经济损失或严重人员伤亡的一类自然现象。从时间角度看，它可分为两类：一是地表环境所表现出的一种突发性灾变，如地震、火山、飓风、暴雨等；二是由于地表环境缓慢变化而导致的对人类社会的不良结果。如气候冷暖交替造成冰期和间冰期出现，并由此制约海平面的升降对人类社会造成危害等。尽管如此，这两类灾害的共同点都是直接威胁着人类社会的生存和发展，所不同的只是，前者的影响较为显著，后者的影响更为隐蔽和久

远。

突发性自然灾害的形成是由两方面因素决定的。一是“天”，太阳能辐射与地表环境诸因素错综复杂的相互作用，造成了诸如飓风、洪涝、干旱等灾害性天气；二是“地”，地热能、重力势能等的巨大作用，造成了诸如地震、火山、崩塌等灾害。然而，由于地表环境的整体性和复杂性，致使这两方面作用的表现形式并不是孤立的，而是相互交融、相互关联的。结果往往会出现某种自然灾害是由天、地两方面的多种力相互作用而形成的复杂现象。有时甚至还会出现一种自然灾害发生的同时伴有另一种自然灾害发生的灾害伴生现象。

自然界中影响人类社会的自然灾害非常多，其原因也是多种多样和异常复杂的。下面仅就对人类社会影响较大，出现频率较高的若干种灾害的成因予以简略说明。

地震是地壳运动的一种形式，表现为地壳快速而又剧烈的颤动。地震主要分为二类：一类是构造地震，它主要是由地壳运动引起的；另一类是火山地震，它主要是由火山喷发引起的。此外，还有由地面塌陷和山崩引起的陷落地震等。构造地震是地球上规模最大，发生频率最高的一类地震（约占地震总数的90%）。地球科学家大多用板块构造学说来解释构造地震的成因。他们认为在板块发生相互位移时，由于挤压或摩擦的关系，岩石发生了变形，能量以变形位能方式储存于岩石中。一旦岩石变形超过了其固有的极限时，岩层就会产生急速的破裂和错动，同时把所储存的能量以地震波的形式释放出来，使地表发生快速而又剧烈的颤动，摧毁矗立于地表之上的人类建筑物，危害人类社会。由于板块间的挤压或摩擦多集中于板块边界地带，故构造地震多发生在板块边界地带。

地震发生时，除了造成屋毁人亡的悲剧之外，还会引起伴生

灾害，如山崩、海啸、地陷等。其中最严重的为海啸。海啸是由于海底地震发生时，能量以水波形式释放出来，这种波浪与风浪叠加在一起会导致海滨海浪的剧烈膨胀，袭击沿海的城镇和乡村。1933年，太平洋中的一次破坏性特强的海啸造成了高出正常潮水面9米的巨浪，在沿海低地形成了波及面极广的灾害。

在地震强烈区内，如果山坡的岩体不稳固，可能因地震而出现崩塌。所造成的灾害甚至可能大大超过地震本身。1920年我国甘肃大地震时，造成崩塌，有近10万人被活埋在他们所居住的黄土高原内。

火山爆发是地壳运动的又一种形式，它是地球内能夹带着物质的一次巨大的释放。火山喷发是地下熔岩在岩石的挤压下形成了巨大的压力，从而沿地壳隙缝喷发出来的现象。其致灾的表现形式有：

（1）由炽热气体所构成的云雾，像巨大的山崩一样从火山斜坡上向下移动，横扫一切。1920年西印度群岛火山雾就曾吞噬了附近的一个城镇。

（2）熔岩流会无情地埋葬乡村和城镇。公元79年维苏威火山爆发，炽热的熔岩流就埋葬了整个庞贝古城。

（3）火山灰、火山渣、火山弹的降落，它同样会给人民的生命财产造成损失。

（4）火山活动还会引起强烈的地震。

（5）因大雨而被水分饱和的火山灰形成泥石流而成灾。至于火山喷发导致气候异常的现象则比比皆是。

灾害性天气和气候通常是大气运动的一种表现形式。虽然它没有地震、火山那样的突发性，但是，它的出现对人类社会来说也是同样可怕的。

热带气旋，又称为飓风或台风。这种风暴一般形成于南、

北纬8～15度的热带洋面上，这一海域常年处于27℃以上高温，储存着巨大的能量。空气下层变暖造成了大气的不稳定，加之高空东风波扰动性强，从而导致气流形成了能量巨大、破坏性极强的低压气旋——台风。热带气旋一旦形成，常向西移动，穿过信风带，拐向西北或北方。它的登陆和能量的释放，常会带来严重的自然灾害。

热带气旋是一个大致呈圆形的风暴中心，中心气压特别低，风以很高的速度和螺旋形式吹向中心，并伴随着巨大的降水。它对有人居住的岛屿和近海岸造成的灾害是巨大的。1780年袭击西印度群岛的巴巴多斯飓风曾把石头建筑物从基部掀起，毁坏要塞，造成600多人死亡。热带气旋产生的大量降水也是一种威胁，它会酿成洪水灾害。在陡峻的山坡地区，它还可能造成灾难性的山崩、滑坡和泥石流等。热带气旋可在瞬时间使海平面异常增高，加上潮汐作用，可能形成风暴潮。风暴潮的破坏作用极强，它可一直延伸到内陆。巨大的水浪越过海岸，汹涌的海水淹没大片低地，从而造成惊人的危害。1737年在孟加拉湾胡格利河口，汹涌的热带气旋造成了12米高的风暴潮，导致了洪水泛滥，结果有30万人丧生。近年来热带风暴有北移的趋向，频频袭击我国海岸河口地区。风暴潮是我国沿海，特别是东南沿海必须十分注意的一大自然灾害。

龙卷风是一种众所周知的范围小，而力量极强的风暴。它也是一种低气压形成的气旋，常表现为从密集的积雨云向下悬挂的一条漏斗状云。形似苍龙，故名。漏斗下端的直径达90～400米，往往夹有被风刮起的尘土和碎屑物，并凝结了大量的、浓密的水汽。由于聚集了大量的能量，使龙卷风的速度超过了任何其他暴风的风速，估计每小时可达400公里。当龙卷风扫过地面时，漏斗状云作螺旋式上下翻卷，席卷大地。由于这种强风的

压力以及气旋式涡旋中心气压突然降低，致使龙卷风经过之地的许多人类劳动成果全部被毁坏，形成灾害。1965年美国发生的一次龙卷风袭击了从衣阿华州到印第安纳州的狭窄地带，造成了2亿多美元的财产损失和256人的死亡。

洪涝灾害往往是因暴雨促使河水上涨和河流决堤造成的。故降水是形成洪涝灾害最主要的和直接的原因。降水的形成，一方面需要存在含有大量水汽的暴雨云；另一方面要有能造成水汽凝结的动力条件，包括冷暖气流相遇形成的锋面、能使气流抬升的地形以及能使气流上升的下垫面等因素。事实上，我国暴雨的发生无论是在空间上还是在时间上都有着一定的规律。这主要与影响我国降雨量的副热带高压带有关。副热带高压带进退的快慢，又往往与太阳活动、火山爆发、下垫面性质变化等因素有关。这些因素是形成特大洪涝灾害的深层原因，也是造成气候异常的根本原因。

气候异常不外乎是天、地、人三个方面的影响。就自然因素而言，天主要指天体的变化、运动等，如太阳黑子的多寡，耀斑的大小。一般来说，太阳黑子活跃之年，往往是旱涝灾害频频发生之年。这说明太阳黑子活动时所辐射的巨大能量通过高能粒子对地球施加了影响。对气候异常有重大影响的另一因素是太平洋中的“厄尔尼诺现象”。厄尔尼诺是西太平洋的一支洋流，一般2～7年发生一次，发生时会使太平洋的风向和水温发生变化。科学家认为，厄尔尼诺现象会导致非常严重的干旱和气候异常。发生在1982年的厄尔尼诺现象，至少使全球1000余人丧生，财产损失无数。

火山爆发作为下垫面性质改变是造成气候异常的又一重要原因。伴有大量含硫气体的极细火山灰被抛上平流层后，可随高空气流飘游全球，形成一个由尘埃物质组成的帷幕，它可吸收

和反射太阳辐射，阻挡紫外线透过，使到达地表的太阳能减少，也使平流层变暖和对流层变冷，从而改变了大气的热平衡状态。故此，地表上常常出现一些地区奇旱酷热，而另一些地区低温多雨的奇特现象。

此外，像冰期、间冰期和海平面上升等这类渐进的、缓慢性的自然灾害亦是由于天和地两方面的因素促成的。天上的原因是指太阳活动对地球的影响，太阳、月亮、行星与地球的相互作用，以及地球地轴的“移动”；地下的原因则包括大陆的漂移、山脉的变化和海陆变迁等。虽然它们致灾进程是缓慢的，但一旦成灾危害依然是极大的，我们应有防治这类灾害的思想准备。

第二节　大自然的报复

人类与自然环境的关系，自从人猿相揖别以后就存在了。虽然人类本是自然界的产物，在一定的自然环境中生存，并和环境一起发展。但人与动物不同，“动物仅仅利用自然界，单纯地以自己的存在来使自然界改变，而人则通过他所作出的改变，来使自然界为自己的目的服务。”① 这表明，人类可以在一定程度上选择、改造、控制、调节或影响自然环境，使之为自己的目的服务。正是由于人类的这种能动作用，人类才能从自然界获得越来越多的财富，同时把自然界改变得更加复杂和更加绚丽多彩。然而，也正是人类的影响和作用，致使人类赖以生存的基础——生态环境不断出现危机，从而威胁着人类自身的生存和发展。

人类对生态环境的直接作用包括三个方面：一是改变了物

① 《马克思恩格斯全集》第 20 卷第 518 页

质和能量的转移途径；二是改变了物质和能量的输入和输出状况；三是合成了新的物质或释放了新的能量。正是这种物质和能量状态传输方式的改变，一方面使生态环境产出量越来越多，丰富了人的物质生活。另一方面也造成了生态环境的巨大压力及其内部各组成部分或要素的不平衡，若处理不好，就会出现生态环境问题，酿成危害人类社会生存和发展的环境灾害。所以，人类改造自然界的活动具有两重性。

自从在地球上形成生物圈以后，生物就一直处在一个由低级向高级的连续进化过程中。在相当长的一段时期中，生态环境经常性地保持着相对的平衡状态。人类出现以后，由于人们粗暴地干扰生态环境，致使生态环境的变化日益加快，结果人类经常地面临着两种潜在因素的威胁：一是生态环境的振荡频率加快，人类在预测中遇到了众多的不确定因素，因而人类对自己的行为后果缺乏及时和准确的认识；二是生态平衡变得非常脆弱，人类经常处在遭受平衡失调的自然环境的报复状态之中，人类处境变得十分危险。这两种潜在因素，往往是人类诱发自然灾害的直接原因，而人口的激增，人均资源消耗量的增加，以及人类对自然资源的掠夺性开发和无情的破坏，则是导致大自然报复的根本原因。

具体地讲，人类对生态环境的破坏表现在两个方面，一是系统结构的破坏导致了系统功能的减弱，使生态系统失调。表现在它的结构上，首先是结构缺损，即系统缺损一个或几个组成成分，从而导致了生态平衡的破坏，如大面积砍伐森林，使某些消费者由于食物链中断而迁移或消逝。其次是结构变化，如生物种群减少、层次结构发生改变等。结构的破坏是生态环境不稳定的主要因素，若系统的调节能力不能使之恢复平衡状态，往往就会出现自然灾害。二是系统功能的衰退造成了系统结构的解

体。生态系统的基本功能是能量的单向流动和物质的反复循环。所以其功能上的衰退首先表现在能流受阻，如大量捕杀某些群生动物，往往造成某些有害生物的大量繁殖。其次还表现在物质循环中断。由于人类在生存中不断地获取产品，如果取之过多，物质循环在某一环节上就会中断，以至于输入或输出间的比例失调，破坏了生态平衡，从而导致了自然灾害的发生。

人类干预自然界，危害最大的是对生态环境中最基本要素——森林和草原的破坏。这种破坏所造成的自然灾害也是最多的，同时也是最无情的。

黄河是中华民族的摇篮，它孕育了我们古老的华夏文明。昔日的黄土高原曾是一个郁郁葱葱，生机盎然的世界。据中国科学院黄河中游水土保持综合考察队调查表明，榆林地区在2000多年前林草比较茂密；定西在宋朝时，还有大片森林；春秋时代黄河北岸的魏国曾是“坎坎伐檀兮，置之河之干兮，河水清且涟漪”的繁荣景象。可如今的黄河水已是黄沙滚滚，浊浪翻腾，河流两岸亦是穷山秃岭，无木可伐了。

恰恰正是古人的“坎坎伐檀兮”，使黄土高原的森林不见了，草地毁掉了，黄土大面积裸露。经水侵蚀后，质地疏松的黄土高原就变得沟壑纵横。大量肥沃的地表土壤被流水带入黄河，黄土高原变得日益贫瘠，水土流失，地力下降，饥荒连年。由于长期以来大量泥沙不断注入黄河，黄河逐渐演变成为如今世界上含沙量最大的河流。而泥沙在黄河中下游的大量淤积，又使其在中下游地区成为“地上河”，从而水灾不断。仅1887年的一次黄泛就致使200万人淹死、饿死。这确是中华民族“主动脉在出血”。而出血的原因就是我们祖先长期以来对黄土高原生态平衡的破坏。

森林是陆地上最大的生态系统之一，也是分布最广的生态

系统，它具有净化空气、涵养水源、保持水土、防风固沙、保护农田等多种效益。故森林具有双重价值：经济价值和环境价值。据美国学者计算，森林的经济价值和环境价值之比为1:9，可见森林的环境价值要远远高于其经济价值。因此，对森林的过度砍伐和破坏必定会引起大自然的报复，其表现如下：

一是自然灾害频繁。我国旱涝洪荒等自然灾害与森林植被的减少有着直接的关系。自然灾害发生的频度与森林减少的趋势非常一致，特别是近代，森林越少，水旱灾害就越频繁。据统计，从公元前602年到1949年间，黄河下游决口1500多次，较大的改道26次，秦汉时期平均每26年发生一次；三国至五代时期平均每10年一次，北宋时期为1年一次；元至清代每4～7个月一次。随着这一地区森林的减少，旱灾发生次数亦增加，并持续时间长，灾情严重。

二是水土流失加剧。历史比较研究表明，我国森林减少与全国水土流失加剧呈正相关性。据考证，泾渭两河在西周时，两河皆清，南北朝时泾清渭浊，真是所谓的“泾渭分明”。可现在却是两河皆浊。两河含沙量的变化与流域内森林的减少有直接关系。近年来，长江含沙量逐渐上升。人们普遍担心它有变为“第二条黄河”的危险。这种情况的出现是中上游地区过度砍伐森林所产生的恶果。据研究证实，森林是最好的绿色天然水库，森林的蓄水保土功能是人类进行的任何工程措施所不能取代的。破坏森林会使水土流失成倍增加。

尽管如此，人类对自然的干扰一直没有停止过，而且愈来愈严重。其原因一方面是人口增加，需求激增；另一方面却是人们欲壑难填。对自然界的索取越来越多，从而导致了人类对自然环境的掠夺式利用不断向深度和广度发展。与此同时，大自然对人类的报复也越来越频繁，越来越严重，并且范围也越来越广。

需求与矛盾最为突出的例子，也许要算发生在埃塞俄比亚的灾难了。仅1984年至1985年发生的饥荒就导致了100万人丧生，真可谓触目惊心。本来埃塞俄比亚的干旱古已有之，饥荒一直威胁着这个国家的人民。然而，正是这种最基本的需要驱使着人们开荒种地，毁林放牧，从而导致其森林覆盖率从1935年的30%下降到如今的3%。故此，每年有20亿立方米的土壤被冲出这块高原，消失在低地的河流和小溪中，水土流失极其严重。失去植被保护的地面把阳光反射到大气中去，大气层的温度因此升高。这样便抑制了云雨的形成，最终加重了西起塞内加尔，东至埃塞俄比亚这块贫瘠的萨赫勒地带的干旱、沙漠化和饥荒。以致于形成人的基本需求与环境破坏的双重恶性循环。

长期以来，人类不合理的经济活动，致使草原发生大面积退化和恶化。如超载放牧、牧业经营方式落后、滥垦草原及掠夺性开发等，造成了影响久远和范围极广的众多自然灾害。

首先，超载放牧会导致草原的退化。在草原上经营畜牧业可形成一种人工生态系统。在这个系统中，控制牲畜数量的因素有两个：人和草原载畜能力。人为的自然调控，可以收到既发展畜牧业，又保护草原的效果。但是，如果人类缺乏认识，不进行自觉调控，牲畜头数自由发展，超过了草原所能承受的能力，那么就会出现大批牲畜死亡等灾难性后果。

超载放牧导致草原退化是逐渐演变的动态过程，牲畜过多就会将所有可食的嫩草食光，于是就没有足够的牧草再生。载畜量过多，又会导致吃不饱的牲畜到处乱跑，将草皮踩实，从而造成草长不起来，土壤无草保护，水土流失加剧。据研究，美国亚利桑那州的苏诺兰沙漠和新墨西哥州的一些沙漠就是在欧洲殖民者入侵后几百年间，由于过度放牧造成的。

其次，开垦草原将导致表层土壤受到侵蚀。1934年5月12

日，在从加拿大的西段边境到美国西草原区的几个州的广阔地区，突然刮起了一股尘雾。它以每小时 90～160 公里的速度向东推进。这股尘雾携带了美国西部干旱地区的3亿吨肥沃表土，形成东西长 2400 公里，南北宽约 400 公里，厚达 3.2 公里的巨大尘土带，跨越了美国 2/3 的领土，一直刮到美国的东岸，最后倾泻到离岸几公里的大西洋中。这就是历史上震惊全球的“黑风暴”事件。黑风暴的直接后果是使得当年美国的冬小麦严重减产，约比过去 10 年的平均产量减少了 51 亿公斤。形成“黑风暴”的原因，也是人类不合理的生产活动破坏了原来生态平衡的结果。在1870年的美国西部，当时的土地开垦面积不到180万亩，但到了1930年已经扩大到1.1亿亩之多，增长了60多倍。于是裸露的土壤增加，风蚀加速，加上这里气候干旱，水分不足，随即酿成了巨大的灾害。据事后调查，这次黑风暴平均刮走5～30 厘米的表层土壤，毁坏了约上千万亩农田。

再次，经济活动也加剧了土地沙漠化。草原生态环境的恶化主要是人为因素造成的。人口增加和经济活动日益频繁，给草原生态系统造成很大压力。在我国近几十年来土地沙漠化的面积中，因樵采滥伐引起的占 28%，过度放牧占 20%，滥垦占 24%，垦殖后，水系改变招致沙漠化的占16%，工矿交通破坏植被导致沙化的占9%，只有一小部分是沙丘前移侵占邻近土地造成的沙化。由此表明，人类不恰当的经济活动是我国土地沙漠化的最主要和最根本的原因。

大自然之所以对人类有如此巨大的报复，归根到底是因为人类缺乏对自然界的清醒认识，缺乏对自身行为颇具远见的估量，而一味向自然界无情的索取和掠夺。人类破坏森林，毁坏草原，贪婪获得土地与财富的同时，自然界也以其自身的固有的不可抗拒的规律性向人类开展了进攻。为了避免大自然的报复，

避免不必要的人为自然灾害，我们必须改进我们的认识哲学，树立新的价值观念，调整人与自然的关系。人与自然的关系不应该是统治与被统治、征服与被征服的关系，而应该是一种长期共存、和谐共处和协调发展的新型关系。

第三节　难吞的苦果

自从瓦特发明蒸汽机以来，工业生产随着科学技术这个轮子发生了多次革命性的飞跃。人类在征服自然和改造自然的活动中取得了巨大成就，人类从自然界中获取的财富按指数的形式增长着。然而，正当人类陶醉在自己所取得的"胜利"中的时候，人类也面临着日益增多的灾害的威胁。而存在这种威胁的根本原因，就是在工业生产的高速发展中，我们不仅获得了丰富的产品，而且也向我们人类赖以生存的环境排放了大量有害物质——污染物。

同农业生产等直接干扰自然界的形式不同，工业生产是在特定的生产场所投入一定量的人力、物力和财力，通过物质和能量的不断转化，而获得巨大产出的过程。故工业生产对自然环境的干扰是间接的，是以向环境排放有害物质的形式进行的。随着工业化进程的加快，有害物质的排放量也越来越多。仅就化学产品的生产来说，在美国每年就大约排放6000万吨的有害废物，而欧洲经济共同体国家每年则产生2000～3000万吨的有害废物。有害废物大约占世界所生产废物的10～20%。有害废物的主要成分有氰化物和油漆残留物、金属冶炼和加工废弃物、石油提炼和蒸馏产生的焦油、管道煤气的淤泥、有机溶剂、石油类废弃物、石棉、砷、汞、镉、铅、化学除草剂、农药、酚酸和碱等等。随意处理这些废弃物可能会引起火灾和爆炸，导致空气、

水、土地和食品的污染，从而危害人类。因此，对污染物致灾的成因，我们应有清醒的认识。

然而，在工业生产出现和崛起后的近一个世纪里，人们还很缺乏对污染物的了解，往往过高估计人类自身的能力。人们普遍认为：只要将污染物控制在一定的临界浓度以下，就不会酿成灾害性的后果；其次，污染物在与空气和水等流体混合后将被稀释，也不会出现严重后果；第三，自然环境具有天然的净化作用，污染物通过参与地表循环，将被分解和化合，消除其有害性质；第四，固体污染物被固定放置，因而其有害性不会得到扩散；第五，人类生产活动中意外事故的发生率实际上是很低的，人类完全能够合理组织生产，而不导致灾害的发生。但是，人们这些基于若干假设基础上的美好愿望都随着工业化进程的加快而一个接一个地破灭了。污染物不仅时时威胁着人类社会的生存与发展，而且还有着日益严重的趋势。事实上，正是由于人们对工业化生产中大量排放的污染物采取了听之任之，顺其自然发展的错误态度，以及在工业生产中永无止境、无所顾忌地追求高额利润，从而导致工业发达社会环境污染严重，频繁诱发许多天灾和人祸。故此，工业污染物所造成的灾害比直接作用于自然界所造成的灾害更严重地威胁着人类自身的发展。

首先，由于工业发展速度过快，污染物的排放量迅速增多，致使自然生态系统变得越来越脆弱。自然生态系统对于污染物的承受能力和净化能力大大降低，因此污染物造成危害的临界浓度也随之下降。这种潜在危险的涉及面广、影响范围大。如果环境污染一旦超过环境的承受能力和成灾的临界点，就会出现全球性的大灾难。

众所周知，工业文明的推动力之一是化石燃料资源。然而

这些燃料在燃烧中不仅释放出工业发展所需要的动力，而且也产生一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫等有害气体。煤、石油、天然气等化石燃料大量使用的一个直接后果是大气中二氧化碳等气体浓度升高，从而出现大气的"温室效应"，导致地球表面气温上升和全球性气候变暖。据专家们估计，由于受"温室效应"的影响，到2030年，全球的气温将较工业化以前升高1～5.5℃。

伴随着气温的升高，地表各处的降水将发生很大的变化。高纬度地区和赤道地区的降水量和径流量将有所增加，洪涝灾害将频繁出现；中纬度地带比较复杂，大部分地区降水量将减少，加上温度升高，蒸发量增大，径流量和土壤水分含量将大幅度下降，干旱地区面积扩大，因此旱灾将成为中纬度地区的主要灾害。

伴随着全球的气温升高，海平面将相应上升。这也许是最为严重的全球性灾害。据预测，到2030年，世界海平面大约将上升20～140厘米。沿海地区是全球人口最为集中、工农业生产最为发达、文明程度最高的精粹之地。故海面上升，将会给全人类带来巨大的灾难。

其次，工业污染物被大气或水稀释或溶解以后，便进入了地球物质循环系统，并逐渐改变着这一物质循环系统，使得环境污染的危害从一个地区向另一个地区扩散。

酸雨是工业生产所排放的酸性氧化物在高空长期积累，并被水汽饱和后形成积雨云，在一定条件下降落的雨水。据调查证实，联邦德国鲁尔工业区用243米的高烟囱向上排放的二氧化硫烟气，可以飘移到2000公里以外的北欧上空。挪威和瑞典大气中的硫氧化物有70％是来自于联邦德国、英国和其他中欧工业国。加拿大东部沉降的硫氧化物，有一半来自美国东部

的工业区。硫氧化物在高空的长途迁徙，使它由一个地区扩散到另一个地区，从一个国家输送到另一个国家。这种状况已经成为一个新的全球性问题。

酸雨对生态环境的影响是一个量变到质变的过程。起初，无论土壤还是水体都对酸性物质有一定的缓冲力，因而在一定时间内，虽然降落酸雨，却不会造成明显的危害。但是，当土壤或水体的缓冲量被消耗殆尽时，酸雨就会迅速导致生态系统的破坏，形成灾害。1982 年 6 月，重庆东南郊一场酸雨过后，有 1300 多公顷水稻出现赤褐色的斑点，并纷纷枯死，从而使当年粮食产量大减。因此，稀释和转移污染物的作法不可能从根本上消除人为的环境灾害，而只能更加削弱自然生态环境的自净能力，埋下更大、甚至全球性环境灾害的隐患。

再次，污染物进入地表的大气循环、地球化学循环和生物循环后，或者与自然界原生物质发生反应，或者被生物通过食物链转移并富集，结果都会使某些无害或低害物质变成有害物质或危害程度得以放大，酿成更加严重的灾害事故。

由于城市附近的石油化学工业和城市内汽车的大量使用，致使众多的二氧化氮和碳氢化合物被排放到空气中，使城市上空的二氧化氮增多。二氧化氮在强烈的日光和紫外线的照射下发生分解，产生一氧化氮和氧原子，氧原子迅速与空气中氧气反应产生臭氧，臭氧再与碳氢化合物发生一系列反应，生成过氧乙酰硝酸酯、醛类和其他多种复杂的化合物，统称光化学氧化剂，由此产生的浅蓝色烟雾称为光化学烟雾。因该种烟雾始见于美国洛杉矶（1943 年），故又名“洛杉矶型烟雾”。它能强烈激刺人的眼睛及呼吸系统，导致各种眼疾及呼吸道疾病。在工业革命策源地的英国首都伦敦，自 1873 年起则相继发生了多次因燃煤燃油产生的、含有大量二氧化硫和飘尘的滚滚浓烟，

在低空经久不散而毒化生命、窒息生命的"烟雾事件"，其中仅1911年和1952年发生的两次事件就分别造成了约1150人和4000余人的非正常死亡。这种"伦敦型烟雾事件"在美国、日本等许多国家(包括我国)都曾发生过。过去有人曾把烟雾事件发生的主要原因归结为天气条件，这是错误的，因为产生烟雾事件的天气条件是自古以来经常出现的。问题在于我们没有保证大气污染物的数量及其化学反应完成后有害物质的生成与可容纳它们的空间之间的平衡。

60年代以前，人们并不认为汞对人类有害，因为金属汞并不是特别有害，大多数汞可通过消化道而不被吸收。但是，震惊世界的水俣病，就是汞污染引起的。排放到水底的汞，被沉积物中的细菌吸收后，与有机化合物结合，生成了有机汞，如汞与甲基($—CH_3$)结合产生了叫甲基汞($Hg—CH_3$)的化合物。与汞本身不一样，人体对甲基汞的吸收率是100%，其毒性也几乎比汞大100倍，又不易排泄掉，故造成了日本水俣湾沿岸渔民在食用富集甲基汞的鱼贝后中毒，中枢神经系统受到损伤，出现四肢麻痹、小脑性损坏、眼睛失明等症状，导致其终身残废或死亡。

此外，固体污染物也不会在某一位置上固定不变，而是随着客观世界的不断变化和时间的推移，危害人类的生命健康，给人类带来灾难。

据分析研究表明：工业固体污染物中有10～15%是对人体有害的物质，这些有害物质具有潜伏性。世界上许多污染灾害追根溯源都是多年堆放废弃物造成的。举世关注的日本骨痛病就是由于二次大战期间废弃的镉渣污染了土壤和稻米而造成的。经过20多年的潜伏后，1955年到1972年间，镉渣几次危害了人类，致使280人患骨痛病和128人死亡。

美国洛芙运河事件也许是固体废弃物危害人类的最为突出的例子。洛芙运河是19世纪未完工而随后被废弃的运河。本世纪30年代以后，它成了工业废物的倾倒场所。到了1953年运河就被填满了。几年以后，在这个地方耸起了学校、运动场和居民住宅。然而1970年，受到大雨侵袭后，埋藏在地下桶内的毒物开始流出，历时6年，终于溢出了地面。使该地区中有5000吨有毒物质的毒性超过了安全标准，酿成了大的灾难。从1978年起，当局不得不开始将大量居民从该地区迁出，并又决定投资2700万美元疏浚这条有毒运河的底质，封存危险废物。

最后，在工业发展的过程中，由于人们对自身的行动及其过程缺乏全面的了解、科学的认识和正确的预测；由于人们在经济活动中片面地追求高产值；加之工业生产活动的客观复杂性，因此，一旦人们决策失误和行为失当，就有可能酿成大祸。

印度中央邦首府博帕尔市与美国合作的联合碳化物公司所属的农药厂是一家专门生产化学杀虫剂的工厂。1986年12月3日凌晨，工厂生产杀虫剂使用的甲基异氰酸盐毒气外泄，蔓延到整个城市上空，损害了人体的神经系统。成千上万的受害者躺在地上抽搐、翻滚、战栗，5～10万人中毒，1万多人丧生，出现了举世震惊的大灾难。据美国联合碳化物公司声称，这次灾难的成因是有人错将240多加仑的水倒进盛有甲基异氰酸盐的贮藏罐，两种物质混和后产生了200℃高温，造成罐内压力上升，顶开了一个阀门，贮藏罐爆炸，5万磅的甲基异氰酸盐气体外泄，因此酿成大难。

如果从管理的角度寻找造成博帕尔灾难的原因，那么应包括两个方面的内容：一是开支紧缩，管理混乱。工厂为节省开

支，谋取更多的利润，鼓励在职工人退职，从而出现大量受过训练的技术娴熟的工人离开工厂，而大量没有受过专业严格训练和教育的工人顶替了离职职工原来岗位的奇特现象。这样，虽然公司少支出了一部分工资，但是由于新上任的工人技术不熟练，工厂内部管理混乱，终于出现了错误的操作而酿成了巨大的灾难。二是技术转让中存在的问题。首先是该工厂未从加拿大引进制造异氰甲酯的新技术，却从美国公司引进了旧技术；其次是美国公司不给印度公司软件技术，因为该技术受到美国出口保护条例的限制，已列入军需品；再次是1982年9月前，美方公司就向印度政府保证，技术转让包括防止突然溢出气体和火灾事故紧急处置的安全技术与设备，但结果美方并没有履行合同；第四是该厂管理方式落后，大部分生产仍沿用人工监测和手工操作，而美方的工厂早在70年代初就已采用电子计算机监视的安全系统了。因此，技术转让过程中的不合理、不配套以及重硬轻软等状况也是促成这一巨大灾难的主要原因。

如果说生产过程中向自然生态环境排放的有毒物质是诱发重大灾害的间接原因，那么人们行为的失当，管理水平和技术水平低下则是造成灾害的直接原因。具体表现在以下两个方面：一是在工业生产中没有足够有效的预防措施，在制定生产计划时，没有充分考虑到诸如在该项产品的生产过程中会排放哪些有害物质、会发生哪些重大事故以及如何采取有效措施加以处理和防范等问题，致使常常发生一些本不该发生的灾难，以及在重大事故发生时无法迅速组织抢救，造成很大损失。二是在工业生产过程中，没有对工作人员进行严格的专业训练，没有一套严格的规章制度来规范工作人员的行为，没有按照人类生理和心理活动规律的客观要求进行管理等都是导致灾害的重要原因。

诚然，工业化是人类社会的一大进步。它极大地提高了整个社会的劳动生产率，创造了丰富的社会财富，使人们的物质生活和精神生活都有了很大的提高。正是在这点上，工业社会与农业社会相比，无疑是人类社会生产力的一大飞跃。但是，工业化在为人类提供丰富的社会财富的同时，又给人类带来了巨大的环境灾害，并随着全球的工业化进程的加快，环境灾害的种类日益增多，范围日益扩大，频率日益提高。在对人类社会的危害方面，目前，环境灾害无论是在规模上，还是在程度上都已远远超过纯自然灾害。它已成为工业文明难吞的苦果。

第四节　探索的代价

1986年1月28日上午11时，美国佛罗里达州卡纳维拉尔角肯尼迪航天中心发射场，气温零下4℃，天气晴朗。11时38分，美国航天飞机“挑战者”号点火升空，巨大的火柱在蓝天中划出了壮丽的场面。它以每小时3200公里，3倍于音速的特高速度冲向高空。然而，当计时器读到75秒，航天飞机升到离地面15000米高空时，蓝天中突然出现一个大火球，航天飞机不幸爆炸了，巨大的火球拖着长蛇般的尾巴崩裂，骤然而下，顷刻间，航天飞机的碎片流星似地散落入大西洋。机组人员6人和第一位平民宇航员——中学教师麦考利夫全部遇难。这是人类航天史上最大的一次灾难。

“挑战者”号航天飞机的爆炸，震惊了全世界，各国新闻界都把它列在1986年10大事件之榜首，至今，人们仍念念不忘“1.28”这个悲惨的日子。然而，当我们站在历史坐标系上来观察“挑战者”号事件时，我们发现这只不过是人类科技探索过程中成千上万个失败记录中的一个。如果我们为今天所取得的科

就成就感到骄傲的话，那么也应对我们在探索和开创文明社会的过程中所付出的代价做一次深刻的检讨和反省。

翻开历史的记录，我们不难发现，整个科技发展史，乃至整个人类文明史就是一部人类不断探索的历史。探索是人类富有生命力的表现。它是人类对客观世界的认识从无知到有知，从知之甚少到知之较多的过程，是整个人类社会通过各种手段增进对自然界的了解、理解和认识的进程。正是在这个过程中，人类不断创造着未来，不断地使自然界向有利于人类发展的方向演化。人们在与无限复杂的自然界发生作用时，常因其结构多变和信息不可穷尽的特点，在认识中将复杂的东西简单化，将无限的东西有限化。这样就增加了人类在科学技术乃至文明社会的探索过程中的不确定因素。由于目前人类对许多非常复杂的客体，尚未了解其特性和认识其演变的固有规律性，因而，在人类的科技探索中就存在着固有的盲目性。事实上，也正是这种不确定因素和盲目性的作用，在文明探索过程中，人们的认识不可避免地有着很大的局限性，从而导致灾难性后果的出现。可以说，这些后果有时是无法避免的。它是人类在探索未知世界时，所必须付出的血的代价。正是由于这种不可避免的特点，人类探索活动才具有极强的生命力，人类的能动性与受动性的统一才能得到极好的体现，人类也才能在探索的过程中感受到一种快意和谱写一部部激动人心的历史篇章。

发明药物，是人类为了生存而和疾病斗争的有效途径。由于药物的使用和卫生条件的改善，人的寿命延长了，身体强壮了。但人类在使用药物上也付出了相当大的代价。药物使用的历史告诉人们，医学上由于不知药物的副作用而引起的最大灾难就是服用“反应停”。“反应停”是孕妇在怀孕后，为了消除妊娠反应的一种药物。但这种药物投放市场 6 年以后(1961年)，

医生们才逐渐发现，服过“反应停”的孕妇生下的孩子多是没有手或腿的恐怖怪婴，虽然马上开始停止此药的使用，但已形成了大范围的恶果。仅联邦德国就有 8000 多个怪胎来到人世，日本也有 1000 多个怪胎降生，另外还有其他17个国家也受到危害。可见，从发明“反应停”药物到发现其危害的过程中，人类就付出了昂贵的代价。

随着人类科技活动的不断深入，新的发明创造不断增多，人类也不断迈向新的领域。众所周知，电气化和电子化是现代科技文明的重要标志，越来越多的城市里矗起了电视发射台；广阔的农村蛛网般地布满了高压输电线；指挥控制空中交通的雷达站星罗棋布；成千上万台电子计算机连成了统一的系统；通讯卫星一个接一个进入空间轨道；民用微波灶也发射出不同频率、不同能量的电磁波，等等。所有这些使得地球上人造的各种电磁波以越来越强大、越来越不可控制的规模充斥于我们周围的环境中。人类在享用自己智慧成果的同时，却又不得不吞咽现代文明所酿成的一杯苦酒——电磁波污染，以及由此诱发的灾难。战后芬兰的边境城市北长累利阿居民的癌症和心脏病的发病率剧增，究其原因，就是由于芬兰边境苏联一侧的一座巨型雷达站产生的高频电磁波辐射引起的。这种恶果也是在较长一段时间以后才得以发现的。

由于能源的不足，人类越来越多地开发利用核能。与煤相比，核能有一些明显的优点，由于燃料不是燃烧物，因此利用核能的过程中不会产生诸如燃烧化石燃料时所产生的那种环境污染以及由此带来的环境灾害。但是，利用核能主要担心的不是“传统”的环境灾害问题，而是一种新的污染，以及由此造成的一种新的灾害。

放射性辐射物有点像微型子弹，它可以穿透生物组织。它

们非常小，所以既不会留下一个看得见的痕迹，也不会被感觉到，但它们能够杀伤细胞内的分子，特别是破坏DNA的分子结构，从而诱发癌变，给下一代留下先天性缺陷。因此，放射性物质被散布在人类的自然生态环境中就会造成灾害。当人类认识到这一点时，已为此付出了沉重的代价。1954年美国为拍摄一部描写成吉思汗的影片《征服者》，组织了一支220人的摄制组，到圣乔治沙漠拍外景，并运回许许多多沙子拍内景。然而做梦也没想到，这些人中如今已有100多人患癌症，已有近50人死亡。原来，此处沙漠的沙子中含有高剂量的放射性物质。一些很有艺术才华的影星就这样惨死了。

从开采铀矿到最后反应堆废物的处置，是一个核能燃料的循环过程。这个过程，使人类暴露于放射性物质伤害面前的可能性大大增加了。在开采铀矿和处理矿石的过程中，不可避免地会有一些含有微量放射性物质的废料被置于环境之中。当这些废料或矿渣受到侵蚀时，它们就可能把危险扩散。尽管如此，核原料利用中最大的危险仍然是核反应堆本身和用过的反应堆燃料的处理。由于反应堆燃料中可以裂变的物质比例很小（仅3%的铀235），因此，由链式反应而引起反应堆像原子弹爆炸那样的情况是绝对不可能发生的。但由于目前人类还没有完全控制反应堆的全部反应过程，故万一发生完全的堆内熔化，就会引起一场大灾难。它将导致水蒸汽的猛烈喷发，破坏核反应堆的安全壳建筑物，把放射性物质喷射到大气中去，从而引起灾害的发生。

现代科技文明为人们提供了现代化的交通工具，人们跨地区、跨海洋的旅行因此而变得十分方便。如今的世界仿佛是一个统一的整体，处在地球上某一角落里的人们可以享受到来自全世界的产品。然而就在人们享受这种超越时空的科技成果时，

新的潜在的灾害正在全球化。

众所周知，地球大气层中有一个臭氧层，它距地面约10～50公里，集中了地球臭氧总量的90%。臭氧是一种无色的气体，它像一层保护罩一样，吸收了太阳辐射到地球的高能紫外线的99%，而让太阳辐射中的长波辐射到地表，给地球带来了光和热，使地球上生机盎然。但是，由于人类在同温层中的影响不断增加，目前臭氧在不断减少，臭氧层在逐渐被破坏。1984年，科学家们首次发现南极上空出现了“臭氧空洞”。后来美国“雨云-7号”气象卫星测到这个“洞”大如美国，高似珠峰。北极的情况也令人担忧，这里的臭氧层与1970年测试结果相比，已被吞掉了19～24公里深。美国宇航局的资料表明，自1969年以来，横跨美国、加拿大、日本、中国、苏联、西欧等国广阔地带的臭氧层已减少了3%。

造成臭氧减少和被破坏的原因，首先是大量的大型超音速飞机喷射出的硫化氢的影响；其次是被用作制造电冰箱和空调致冷剂、气溶胶推进剂以及塑料发泡剂等的氟氯烷的影响。氟氯烷也被称为氟利昂。这种被使用了近50年之久的气体，曾一直被认为是无害之物。而今，多数科学家认为氟利昂是破坏臭氧层的最大元凶。当空气中的氟利昂在经过对流层扩散到同温层时，会被太阳紫外线分解而放出氯原子，而氯原子在同温层立即同臭氧分子发生反应，将臭氧分子破坏掉。同温层每出现一个氯原子，将摧毁10万个臭氧分子，使臭氧变成纯氧，从而丧失其吸收紫外线的功能。由于臭氧层的破坏，“无影杀手”紫外线随便可长驱直入。科学家们证实，大气中的臭氧每减少1%，照射到地面上的紫外线就增加2%，皮肤癌发病率则增加4%。据美国环保局指出，大气臭氧每年减少2.5%，则每年死于皮肤癌的人要增加15000人。此外，紫外线辐射的增强

对植物造成的损害也会使世界粮食产量显著下降，它还会摧毁海洋中的微生物，割断海洋生态系统中的食物链，对生态环境发生不可逆转的影响。

以上列举的一些现实的和潜在的灾害都是由人类的科技探索造成的。它由人类科技探索活动的本质特征所决定，往往是不可避免的。其更深层的原因则是人类对自然界认识的不完备性，人的认识不可能穷尽所有的自然现象。这种人的认识所固有的局限性在人类的科技探索活动中，常常表现为人们对其探索活动的结果不可能有充分的估计。因而在人们科技探索活动中出现意外，甚至酿成重大灾难。此外，人们的文化素养、知识背景和价值观念的差异也会导致科技探索活动的失败，从而诱发灾难。文化素养的高低、知识背景以及价值尺度直接决定了从事科学研究和发明创造的人对科技探索活动的态度和行为方式。在一定程度上决定着人们在科技探索活动中所取得的成果和所付出的代价的大小。

我们认为，科学研究和发明创造不能以单一的价值尺度（如单纯的经济效益观）作为决策的基础，而应该以多样化的价值体系，来综合考虑科技探索活动的目的和结果，否则就会酿成灾难。被视为现代工程技术样品的魁北克大桥，全长540米，当时曾经是世界上最长的桥梁，它本可以被光荣地载入现代桥梁史册。然而不幸的是，1907年8月29日，就在该桥完工的前夕突然崩塌，75名工人丧生。造成这次悲剧的主要原因是负责该桥设计和施工的美国桥梁建筑师希度尔·古柏为追求大桥设计的最大经济效益造成的。大桥的大部分图样是古柏设计的，他夸称其方案是“最便宜的”。为了节省资金，在古柏将大桥原计划长度480米增长为540米后，也没有增加资金和加固桥梁的关键部位。古柏还固执地拒绝重新核算有关应力数据，对应力增

册的估计报告也不加理睬，又坚决否认大桥压力过大的说明。为此，人类桥梁史上才有了如此惨痛的教训。

1981年7月17日，美国堪萨斯市的恺悦大饭店正举行盛大的周末舞会，突然二楼和三楼的两条用钢铁砖石建成的走廊断裂，坠入舞池。当场砸死113人，200多人重伤。造成这次灾难的原因是由于设计上单纯追求“美”。在设计这座豪华的大饭店时，一些浪漫的建筑师为了实现其“建筑平面更开阔，建筑空间更伸展无阻”的设想，不惜在设计中取消大梁，拔去立柱。在缺乏科学论证的情况下，他们又迫使结构专家就范凑合。但是，对于大跨度、重负荷的结构来讲，这无疑是一次浪漫的冒险，人类终于为此付出了血的代价。所以，在科学技术的探索活动中，一定要讲究实效，坚持真理，切不可贪图虚荣，马虎草率，同时也要把探索过程中的各个要素、各个环节联系起来，并处理好它们的关系。要以整体观念取代局部的片面的认识，尽可能减少探索活动中的灾害性事故。

探索的代价是不可避免的。只要有人类存在，人类的历史就充满着人类的探索活动，人类就要为此付出代价。从较短的历史阶段来看，探索的代价是必然的，不可避免的。它是与人类认识的历史局限性紧密相连的。它的出现为人类的生存和发展带来了障碍。然而，从整个历史发展来看，人类探索过程中所必然产生的一些恶果是不会从根本上影响和阻碍人类的生存和发展的。相反，人类在每一次付出代价以后，都进一步加深了对自然的了解、理解和认识，从而能在未来的探索活动中克服消极影响，开拓新的世界。

自然界在此时此处必然地毁灭着宇宙中最美好的花朵——人类思维，然而，在彼时彼处又将它重新创造出来。这就是人与自然的辩证关系，这就是科学探索的两重性。诚然，我们不能对

科学技术文明持盲目乐观的态度，但是，我们也没有必要对人类探索过程中所必然付出的血的代价感到无限的悲观。现实的态度应该是，基于对人类探索代价的科学认识，努力掌握自然界运动变化的客观规律和人类社会活动的行为准则，使整个人类的探索活动建立在实事求是的基础上，力争在未来的人类发展中绘出最新最美的画卷，写下振奋人心的篇章。

第五节 生理的极限

纵观历史上的重大灾害，不少是由于生理极限造成的人为失误所致。根据有关资料分析表明，在“人机系统”中的事故灾害有58～78%是对人的因素估计不足造成的。作为“万物之灵”的人在现代社会中仍然占据着主导的地位，尽管高度发展的科学技术使人类面临的各个系统更加高速化、复杂化、强载化、连续化和自动化，但是，人作为系统与系统之间的“中介”，仍起着举足轻重的作用，他必须通过行为和语言等形体动作操纵、控制和处理各种系统以及系统产生的各种问题。正因如此，“人机匹配”的问题就显得尤为重要。表 3-1 列举了近年来由于人为的因素，如误操作、误判断、误决策所导致事故灾害的比例。由此可见，因人的生理原因造成的灾害不可轻视。

举例来说，闻名于世的美国三里岛核电站事故便是人为失误招致的恶果。三里岛事故是核电发展史上发生的第一次严重事故。

三里岛位于美国东北部的宾夕法尼亚州，是萨奎哈纳河上的一个小岛。三里岛核电站有两座压水堆，一号堆于 1974 年 9 月 2 日投入运转，二号堆于 1978 年 12 月 30 日投入运转。仅仅三个月以后，1979 年 3 月 28 日凌晨4时左右，二号堆便发生了

表3-1 各行业因人为原因造成的事故灾害比率

行　业	事故率
运输业	90%
电气业	60%
航空业	45%
化工业	30%
核工业	15%

二回路冷凝水泵的普通故障。按照设计，这种故障是不会酿成大祸的，反应堆的安全连锁系统会自动地停止主给水泵，使涡轮机停转，接着，自动开动两个辅助给水泵。然而，一系列的偶然失误凑在一起，便酿成了大灾害：

出水阀门在两天前检修后忘记打开，因此，当辅助给水泵启动后，没有水流入两个蒸汽发生器的二回路，工作人员又没有发现此阀门已关闭的信号，使水很快烧干；

一回路因失去冷却便迅速超温超压，稳压器的卸压阀自动打开，反应堆控制棒也在压力升高到 166 个大气压后自动落下，堆芯因放射性衰变而继续产生热量；

堆芯冷却系统压力开始回降，卸压阀却被卡住不能闭合，而指示卸压阀开启的红灯则熄灭了；

卸压阀继续泄放，使堆芯冷却系统压力继续下降，稳压器水位迅速上升，当堆芯冷却系统压力下降到 112 个大气压时，堆芯紧急冷却系统的高压注水泵自动开启，向一回路注水，这是反应堆设计中防止堆芯失水的重要措施。但是，工作人员因误判，没

有能识别一回路压力下降，稳压器内水位上升的原因，采取了错误的对策，铸下了无可挽回的大错。在稳压器内水位上升到最高点后，人工关闭了紧急堆芯冷却系统的高压注入泵，这样，一回路水继续通过卸压阀外泄而又得不到补充，压力降低，造成芯内沸腾，堆内水逐渐减少，堆芯部分暴露；

燃料组件因失去冷却而过热，导致燃料包壳锆和水反应，生成氢气，包壳破损，大量裂变产物进入一回路水，随着重新开放的紧急堆芯冷却水从稳压器的卸压阀泄去，注入安全壳内的卸压箱；

15分钟后，卸压箱的安全隔膜破裂，大量高温、含放射性的一回路水溢到安全壳内的地面上，一部分通过污水泵自动流入辅助厂房，这些高温污染水剧烈蒸发，使得大量放射性气体和气溶胶泄入环境；

三里岛事故发生了！

除此之外，1986年4月26日，核电史上最严重的灾害性事故——苏联切尔诺贝利核电站因工作人员的误操作发生了堆芯爆炸。

一系列触目惊心的灾害，都来自于人为的差错，其中除了工作责任心和意外事件以外，人的生理极限是不可忽视的一大原因。

众所周知，人的反应速度与机器相比，是相当缓慢的。机器的反应速度是以毫微秒计，而人的反应速度则是以秒计的，两者相差3～6个数量级。例如，一般健康人的听觉反应时间为0.15秒，视觉为0.2秒，触觉为0.05～0.1秒；人的感觉还存在着极限，例如，人的听觉范围为20～20000赫兹，人的视觉范围为0.38～0.76微米间的电磁波；在此范围以外，普通人的感觉系统便失去任何感知能力；人类所具有的情感、本能、自我意识、非

理智行为等等，都会降低人类行为的可靠程度。

为了防止因这类原因造成的灾害，我们有必要重视对人类行为可靠性问题的研究。最初提出这一问题，并非以防灾消祸为目的，而是为了挑选合格的军事人员投入第一次世界大战。以后，随着现代社会的迅速发展，尤其是现代科技的突飞猛进，人类行为可靠性问题重新摆在了人们面前。

在研究中，人体生物节律是一个重要的基本理论。所谓“生物节律”，又称“生物节奏”、“生命节律”等，它是指一个人从他诞生之日起直至生命终结，其自身的体力、情绪和智力三者都存在着由强至弱、由弱至强的周期性起伏变化。产生这种现象的原因是生物体内存在着生物钟，它能自动地调节和控制人的行为。

生物节律最初是由德国医生菲里斯和奥地利心理学家斯瓦波达于本世纪初经过长期临床观察发现的，他们认为，人体生物节律中体力周期为 23 天，情绪周期为 28 天，以后，奥地利的泰尔其尔教授在研究了许多大、中学生的考试成绩后发现，智力周期为 33 天。1937 年，国际上召开了首届生物节律会议；1960 年，又在美国召开了专门讨论生物节律的国际会议。

人的体力、情绪和智力的周期性变化，都可用正弦曲线来表示，这三条曲线均从出生日算起，起点在中线，先进入高潮期，再经历临界期，而后转入低潮期，如此周而复始。曲线处于中线以上的日子为高潮期，中线以下为低潮期，两者天数相等，与中线相交的那天则是临界期。观测表明，在体力高潮期，人的精力旺盛，体力充沛，而在低潮期则疲劳乏力，无精打　；在情绪高潮期，人的心情舒畅，情绪高昂，而在低潮期，则心情烦躁，情绪低落；在智力高潮期，人的头脑灵敏，记忆力强，而在低潮期，则迟钝健忘，理解力差；在临界期，人体处于不稳定的过渡状态，此

时，人的有关能力和机体协调性较差，做事容易出差错，身体也容易患病。当然，外界因素也会干扰生物节律，不过，经过研究，大多数人都属于"节律型"，只有少数人属于"非节律型"。

目前，国内外已经将生物节律理论广泛应用于航空、铁路、公路、工矿企业、医疗优生、体育等行业。例如，国外曾对某一运输公司作过调查，发现几年间所发生的交通事故50%以上出在司机的临界期，后来，该公司让司机在低潮期和临界期倍加小心，或者停止出车，结果事故一下子减少了50%。国内某些大城市对公交驾驶员也进行了生物节律测试，取得了明显的效果。由此可见，生物节律理论对人类行为的安全确实具有定量指导的作用。

除了体力、情绪和智力"三节律"，其他如人在一天24小时内的感官敏锐程度、体温、血压等有规律的周期性变化，也是人体生物节律的一部分。

当然，对于减轻劳动强度的人机动力学、使劳动工具更适合人之特征的人体形态学、改善劳动者工作环境的人机环境学、改善人机关系的人机信息学等诸多学科的研究，也是提高人类行为可靠程度所必不可少的。目前，上述领域中还存在着许多空白，亟待有关科研人员去开拓和发展。

这里简要地介绍一门与灾害研究以及人体生理有关的边缘学科——人类工程学，它综合应用物理学、生理学、人体解剖学、医学、电子学以及工程学等方面的有关理论来研究人和人所操纵的机器、人与环境之间的关系，以及如何改善和设计这些关系，其目的在于提高人的工作效率，改善人的工作条件，使工作更为安全和舒适。例如，研究表明，诸如振动、噪声、温度、照明等这些环境刺激对于操作者健康的影响，一般只在刺激强度达到极限水平时才会发生，在尚未达到极限以前，也是具有影响

的，只是不太明显。人对环境具有适应能力，但是，这种适应能力的最佳区域相当窄，如果环境条件不在这个很窄的区域之内，势必会过高地要求操作者去适应环境条件，结果可能严重地影响操作者的健康，从而导致失误，造成灾害。环境因素不仅影响人的生理，也同样影响人的心理，两者都直接涉及到操作者的操作质量。

由于人的生理存在着极限，因此，希望人本身完全克服行为差错是不可能的，也是不现实的，只能采取某些补救的措施使得差错降到最低程度。例如，通过对人的视觉特性的了解（包括视觉、分辨角、色彩与心理效应、视觉的运动规律），选择和设计合适的信号指示器；通过对人的听觉特性的了解（包括听觉、旋律与心理效应等），使得设计的声信号频率和声压处于人耳最敏感的听域，充分考虑人耳的适应性；通过对人的感觉特性的了解，使设计的工作环境适应人体的要求，降低人为差错，提高工作效率；尤其是近年来兴起的"专家系统"，无疑将极大地弥补人类在智能方面的先天不足，使管理决策从经验走向科学。

但是，机器智能毕竟不能穷竭人类智能的一切机制和一切可能，因此，无论就其加工智能信息的速度还是载体的适应性而言，人机智能协作都是无法避免的，人类行为的差错也是不可避免的。唯有认识人体存在生理的极限，并设法加以弥补，人类行为误致的灾害才能尽可能地减少。

第四章

灾害研究的理论与方法

灾害研究的理论和方法是对各种灾害现象及其规律性的概括和总结。按照普适性程度，灾害研究的理论和方法通常可分为三个层次：①各种特殊的科学理论和方法。它们通常仅适用于某一种或某几种具体的灾害研究领域。如地震研究中的地质探测法，气候灾害研究中的趋势外推法，等等；②各种一般的科学理论和方法。它们的普适性较大，通常适用于灾害研究的所有领域，并且往往产生于各种特殊理论和方法的综合概括。如“灾害监测法”就是从地震监测、台风监测、病虫害监测、重大交通事故监测等具体的监测方法中概括产生的。其他诸如综合考查、模拟实验、比较分析以及数理统计等灾害研究中的一般科学理论和方法，情况亦是如此；③哲学理论和方法。哲学理论和方法的普适性最大，不仅适用于灾害研究领域，而且也适用于一切科学研究领域。它主要为灾害研究提供方法论的帮助。

本章主要探讨灾害研究中的若干科学理论和一般科学方法。

第一节　基本原理与一般方法

人类在与灾害的长期斗争中，逐步摸索和总结出了关于灾

害研究的若干基本原理。

（一）灾害不可完全避免原理

自然界及人类社会中各种灾害的发生都是无法完全避免的；各种灾害所造成的损失和不良影响也是无法完全避免的。这是因为：第一，自然界和人类社会的演化发展都有其不可抗拒的内在规律性，各种灾害现象则是这些演化发展规律的特殊表现形式，它们同其他的自然现象和社会历史现象一样，都具有发生发展的历史必然性。只要自然界和人类社会还在演化发展，各种自然灾害和社会灾害就不会完全消失；第二，人类具有不可穷尽的认识、改造自然与社会的能力，但就每一个社会历史阶段来说，人类的这种能力又总是有限的，具有不可避免的历史局限性。从有限的认识能力和改造能力出发，人们的各种社会活动就必然带有一定的盲目性，从而引发或者加剧始终存在着的各种灾害隐患。特别是对于海难、车祸、城市火灾等社会灾难，仅就一时一地的个别事件而言往往是可以完全避免的，但就整个社会而言却又是不可完全避免的，两者所不同的仅在于灾害发生的时间、地点、频度以及损害大小的区别上。换言之，人们只能做到最大限度地防灾避灾，却并不具备"消灾去灾、人定胜灾"的能力，这是历史必然性所决定的。

（二）灾害形成和发生的对立统一原理

该原理告诉我们，任何客观事物的变化发展过程都是对立统一的矛盾运动过程。灾害亦不例外，在其形成和发生的过程中始终充满着诸多因素此消彼长的矛盾运动，从而构成了相互制约、相互斗争的对立统一体。特别是随着人类认识水平和改造能力的不断提高，人工自然的不断扩展，各种灾害现象中人的因素越来越占据着突出的和主导的地位，以至于越来越多的自然灾害从纯粹的自然现象演变成为自然现象和社会现象的混合

物。从这个意义上说，灾害现象是人与自然这一对立统一体的特殊表现形式，在其形成和发生的过程中不可避免地渗透着人——这一认识、改造主体的影响和作用。离开了人类的存在以及人类的能动作用，自然界只是一个纯粹的和抽象的存在物，反映人与自然对立统一关系的灾害现象也就不存在了。灾害形成和发生的对立统一原理揭示了灾害作为一种自然、社会现象的基本特征，它从一个侧面反映了人与自然的辩证关系。

（三）灾害形成和发生的量变质变原理

该原理旨在说明，任何一种灾害现象都不是永恒的，既非亘古就有，又非万世长存，而是一个从量变到质变的过程。在量变阶段，促进与制约灾害形成和发生的诸因素往往处在彼此消长、势均力敌的矛盾斗争中，这时一般尚不构成对人类社会的现实威胁，还只是一种潜在的危险。当促进因素经过一定时间的量的渐进积累并达到一定的"度"（临界点）时，就会发生质变，现实的灾害就诞生了。灾害的量变过程的中断意味着原有对立统一体的瓦解，矛盾双方的斗争暂告一段落，并通过质变进行各因素之间的重组，进入到新的对立统一体之中，继而又开始了一轮新的质量互变阶段。正是在这一原理的支配下，灾害现象才通常表现出明显的周期性发生的规律。

（四）灾害形成和发生的否定之否定原理

该原理表明，灾害的形成和发生一方面表现为对旧有的自然结构、社会结构以及人与自然关系的否定，另一方面则又表现为对新型的自然结构、社会结构以及人与自然关系的选择与肯定。这种否定与肯定的不断更替说明了客观世界不是一成不变的，灾害亦是如此，它同样存在着变害为利的可能性。在某些特定的地域及环境条件下成为灾害的自然、社会现象，在其他地域及环境条件下则未必是灾害。

（五）灾害研究的信息反馈原理

无论自然灾害还是社会灾害，在时间上大都服从自孕育期始，经过潜伏期、爆发期、持续期、衰减期，至平息期止的演化规律。对于不同的灾害类型以及同一灾害的不同演化阶段，人们所要作出的决策显然是不一样的，而决策的客观依据又来自有关灾情的信息反馈。事实上，任何一种灾害研究都是建立在对灾情反馈信息的追踪监测和综合分析基础之上的，惟此才能逐步发现以及科学地预测到人类每一步行动的可能结果，从而在各种灾害面前及时制定和采取正确的决策。没有全面、系统的灾害信息反馈，便没有处理灾害的对策可言。灾害研究中的信息反馈原理为人们进行灾害反馈决策提供了理论依据。

（六）灾害研究中的治标与治本互促合益原理

灾害研究的最终目的在于有效地防治灾害，而防治灾害所采取的措施自古以来就有治标和治本之分。如在我国古代治水史上，相传大禹率先采取的是治本的措施，而鲧采取的则是治标的措施。治标者具有投入少、见效快的两大优点，缺点是效果持续性差，根治不彻底；治本者则具有效果持续性长的突出优点，但相对投入多、见效慢。它们之间的关系实际上是短期对策与长期对策互促合益、相得益彰的关系，而不是互相排斥的关系。实践证明，治标过程中会潜在地产生治本的作用，治本过程中也会不断显露出治标的功能。故此，在防治灾害的实际工作中应当把治标措施和治本措施综合起来加以运用，做到统筹兼顾，两者不可偏废。这就是灾害研究中的治标与治本互促合益原理。它是灾害防治过程中标、本齐治的理论保证。

以上我们列举了灾害研究的六条基本原理。它们是对灾害及其形成发生的本质特征的概括总结，是一切灾害研究所应遵循的基本准则。除此之外，灾害研究中常用的一般科学方法主要

有：

（一）监测方法

灾害监测是人们在自然发生的条件下对灾害现象进行考察的一种科学研究方法，是获取灾情信息的基本手段和有效防治灾害的前提条件。灾害监测又可分为直接监测和间接监测两种类型。前者即用人的感官直接考察灾害现象，如地震前兆时期对震区出现的各种宏观异常现象进行的感官直接观察；后者则需借助于科学仪器对灾害现象进行考察，如我国东汉时期的科学家张衡凭借自已制造的“候风地动仪”对地震灾害的监测。随着现代科学技术的日新月异，种类繁多的灾害监测仪器纷纷涌现，在监测性能及监测精度上亦得到了很大的改进和提高。而灾害监测手段的每一次进步都有力地促进了监测方法在灾害研究中的广泛运用。如今，灾害监测方法已经发展到利用各种专业卫星对全球重大灾害现象进行综合监测的先进水平。故此，我们只有十分注意利用现代先进的科学技术来改造现有的监测手段，才能切实有效地推广灾害监测方法，在广度和深度上提高灾害研究的水平。

（二）假说方法

所谓假说，就是人们根据已知的科学原理和科学事实，经过一系列的思维过程，对未知的自然现象及其规律性所作的假定性解释和推断。在灾害研究中，假说方法具有巨大的作用，因为它是形成各种灾害理论的一种重要的思维形式。在现代灾害研究中，人们曾相继提出了诸如共数论、界面论、日月地共性作用论、层次论和梯度论等众多假说，它们都极大地推动了全球灾害研究的开展。譬如，1963 年日本科学家高桥对日本历年发生的灾害性台风作了统计研究，结果发现每年 9 月 16 日或 26 日前后灾害性台风居多，并且两个日期之间总是大致相隔 9 天。有

人于是提出了关于自然灾害发生周期的"倍九数假说"。该假说认为：倍九数是自然灾害中具有可公度性的一类数，它具有一定的普适性。一般认为倍九数可分为连日倍九数和异年倍九数二种[①]。连日倍九数的日期是从连续相隔日期中选取的，而异年倍九数则是不同年份的日期按照日序排列的倍九。倍九数均可用公式表示如下：

$$T=T_0+n\times 9\pm 1(\text{天}) \qquad n=0,1,2,\cdots\cdots$$

式中 T 为所预报的灾害发生日期，T_0 则是具有某种特征指标的起算日（如某些地震前兆即可作为特征指标）。倍九数假说提出后在1985年6月12日长江西陵峡新滩北坡的地质大滑坡中得到初步证实，尔后又在大地震、全球气温变化等自然灾害研究中得到了推广应用。倍九数假说只是灾害共数论的一个方面，除此之外尚有倍七数、三次指数和黄金分割数等假说。它们在灾害研究中都发挥了积极的作用。

（三）类比方法

类比方法也是灾害研究中常用的一种科学方法。所谓类比，即根据两个（或两类）对象之间在某些方面的相似或相同，从而推出它们在其他方面也可能相似或相同的一种逻辑推理方法。它可用下列公式表示：

A 对象具有属性 a，b，c，另有属性 d；

B 对象具有属性 a′，b′，c′；

所以：B对象也可能具有属性 d′

类比方法在灾害研究中有着广泛的运用。例如，人们通过大地震、气象灾害以及太阳黑子爆发这三类自然现象的主项类比，

① 郭增建、秦保燕："大地震发生日期的预报——异年倍九律"，《西北地震学报》第8卷第2期，1986年。

从中发现了不少颇为相似的共性特征：地震的形成和发生过程与龙卷风、台风的形成发生过程极其相似；在地震中也存在着类似于锋面气旋的转移现象；全球地震的发生频率具有与太阳黑子活动周期（11年）相近的明显周期性变化等，从而增进了人们对爆发性自然灾害的规律性认识。有鉴于此，类比方法在灾害研究中具有突出的助发现功能，能起到"举一反三"、"触类旁通"的重要作用。但是，类比方法也有其固有的局限性，其推出的结论往往可靠程度较差，带有很大的或然性，其正确与否必须经过严格的科学实践的反复检验。因此，我们在灾害研究中使用类比方法时要特别注意防止和避免这种局限性。

以上我们简要列举了灾害研究中常用的若干理论和方法，它们仅是灾害研究所涉及到的众多学科理论和方法中的一小部分。在随后的章节中，我们还将对灾害研究中的系统科学理论与方法、经验方法与模型方法，以及统计物理学的理论与方法等分别加以论述。需要指出的是，灾害研究的理论和方法不是一成不变的，而是不断丰富和发展的。每一种新理论的出现往往伴随着研究方法上的更新；而研究方法的不断丰富更新又必然需要科学理论的支持。没有科学理论支持的方法不是科学的方法，因而也不能在灾害研究中有效地使用。所以，灾害研究的理论本身也是一种方法，两者之间是相辅相成的。如果说实验方法造就了近现代自然科学的话，那么我们坚信：随着越来越多的新方法和新工具在灾害研究中的广泛运用，一门崭新的灾害科学必将崛起于未来世界科学之林！

第二节　系统科学方法

系统科学，是二次世界大战以后迅速崛起的一门崭新的横

断学科门类。它主要包括控制论、信息论和系统论，以及突变论、协同学和耗散结构理论等分支学科。按照一般系统论的创始人、美籍奥地利生物学家贝塔朗菲的观点，所谓“系统”就是“处于一定的相互联系中并与环境发生关系的各组成部分(要素)的总体(集)。系统这一概念包括三层含义：第一，它是由若干要素(或部分)以一定的结构组成的有机整体；第二，组成整体的这些要素是相互联系、相互作用的；第三，这一整体具有不同于各个要素的新功能。所谓“系统科学方法”，就是把研究对象作为系统加以考察的方法。它始终立足于整体，注意全面综合地考虑系统的整体与部分(要素)之间、要素与要素之间以及系统与外部环境之间的相互作用和相互联系，通过对系统的整体结构和整体功能的认识而使系统最终达到最优化的预期目的。系统科学的诞生，为现代科学技术的发展提供了新的概念、思路和方法。它继相对论和量子力学之后，又一次从根本上彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式。而广泛运用系统科学的理论和方法于灾害研究，就是这一新的思维方式在现代科技、经济和社会领域中的一个新尝试。

从系统科学的观点看，不论是自然灾害还是社会灾害，就其本质而言都可以看成是由天(天体)、地(地球)、人(人类社会)三大系统之间以及各系统内部要素之间相互联系、相互作用的结果，并且这种结果总是给人类的生存与发展带来某些不良影响和危害。因此，各种各类灾害的总和，即构成了一个特殊的系统——灾害系统。灾害系统同样具有一般系统的三层含义：第一，它是由天、地、人这三个子系统中各种灾害现象和成灾过程共同

①贝塔朗菲：《普通系统论的历史和现状》见《科学学译文集》，科学出版社1980年版，第315页。

组成的有机整体。这里的“天”系指地球以外的外部空间，从狭义上讲即太阳系，从广义上讲则可大至整个宇宙；这里的“地”系指整个地球，特别是指由岩石圈、水圈、大气圈等无机环境和生物圈共同组成的地表生态系统；这里的“人”则指整个人类社会，包括经济发展、社会进步和人们生活方式的改善等。第二，组成灾害系统的天、地、人三个子系统之间的各种灾害现象不是彼此孤立、互不关联的，而是具有不可分割的相互联系、相互作用的内在关系；第三，灾害系统作为一个整体，与天、地、人三个子系统中的灾害现象有着质的区别。在灾害系统中，“天”能够通过“地”或“人”对人类造成危害；“地”也能通过“天”或“人”的诱发对人类造成危害；至于灾害系统中的“人”，则更是该系统的主体部分，所有灾害现象及灾害事件都是相对该主体而言，即天、地、人的运动变化对“人”造成的有害影响。离开了“人”，便无所谓害与利的区别，灾害系统也就不复存在了。

灾害系统具有哪些基本特征呢？

“庞大”是灾害系统的一大特征。在它所包含的三个子系统中，每一个又都包含着若干层次的次级子系统。如地球子系统便可包括流体地球、固体地球和生物地球等次一级子系统，它们又可包含更低层次的子系统，由此逐级叠加和依次类推，从而构成了庞大的宏观灾害体系。

“复杂”是灾害系统的又一基本特征。灾害系统由于具有庞大的体系、众多的作用因子和纵横交错的内在结构关系，从而导致了种类繁多的灾害现象，每一种灾害现象又有其错综复杂的形成过程和发生发展规律。因此，人们往往容易认识各种灾害的现象和结果，却不易认清灾害形成的过程及其发生发展的规律。以地震为例，如果我们采用系统科学的方法加以考虑分析，便可发现：除了可用板块运动等地质因素去说明地震形成和发

生的规律之外，其更多的诱发因素却来自地球系统以外。图4-1便是根据徐道一先生的“地震地外成因模式”略加补充的地震成因模式。从该模式中可以看出，通过“天”的诱发，使“地”对“人”造成危害的过程是何等的错综复杂!有鉴于此，我们必须运用系统科学的方法，把各种灾害现象置于天、地、人所组成的大系统中进行综合考察研究，从而摸索各种灾害的成因规律，以便制定最佳防治措施，把灾害造成的负效益减少到最低程度。

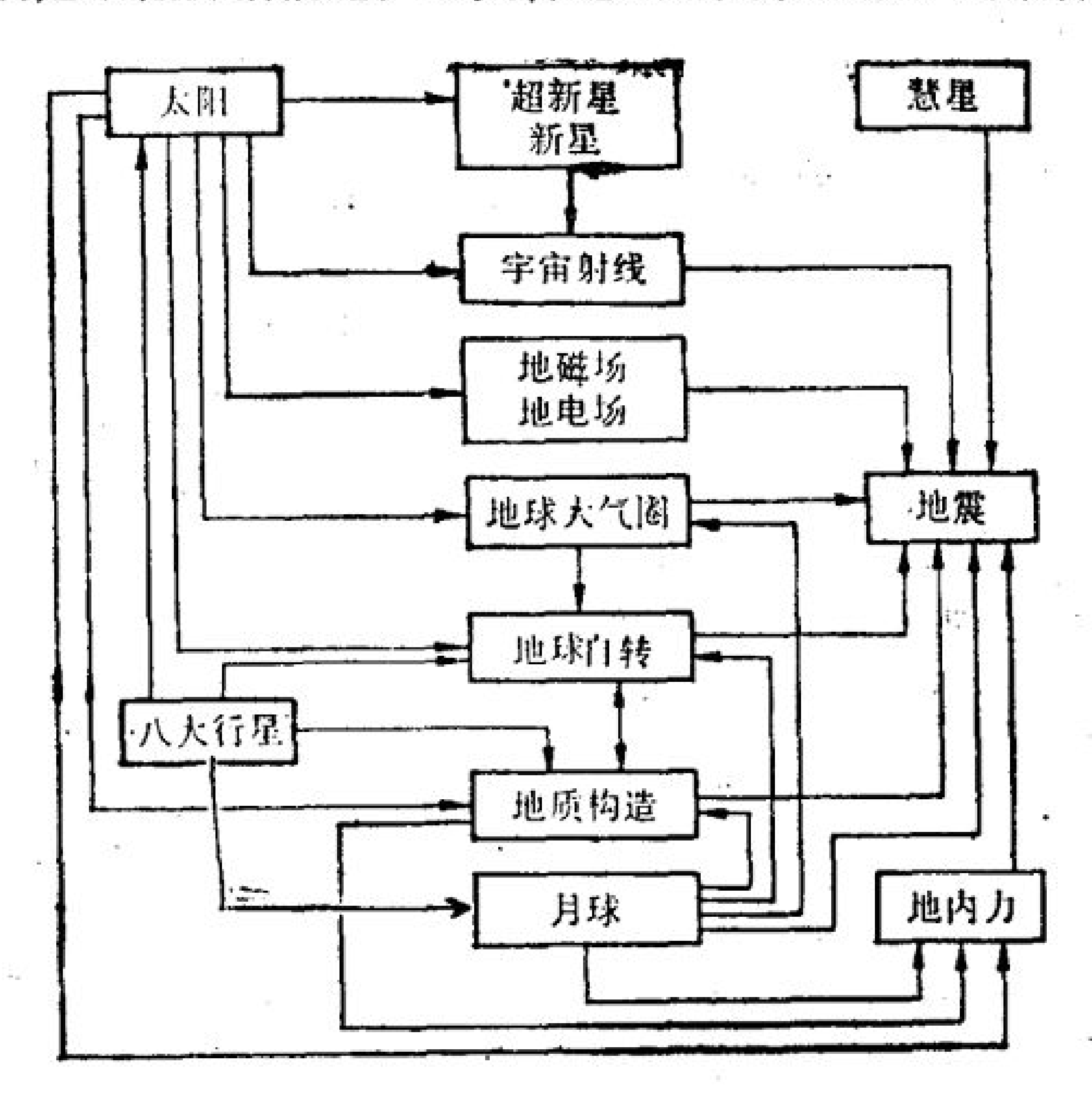


图4-1 经补充的“地震地外成因模式”图

需要指出的是，在具体的灾害研究中，一个灾害系统的大小范围是可以根据研究对象的不同和实际工作的需要人为选取界定的。它既可以是由天、地、人所构成的广义灾害系统，诸如月地灾害系统、日地灾害系统乃至宇宙灾害系统；它也可以是将宇宙

天体的影响作用视为环境因子加以考察的狭义灾害系统，诸如地质灾害系统和社会灾害系统等。由于灾害系统所界定的大小和范围的不同，我们对各种灾害的认识程度也将不尽相同。

就月地灾害系统而言，我们考察的对象是月球、地球和人类。在该系统中，各种灾害及灾害隐患形成和发生的主要原因在于月球对地球和人类施加的引力作用。其主要表现及影响有如下三个方面：一是因月球(和太阳)对地球各处的引力不同而引起地表水位、地壳和大气的周期性升降，产生“潮汐”现象。其中最明显的是全球海水和潮汐涨落现象，其次则是地壳物质相应发生的陆潮(又称固体潮)。前者能通过“惊涛拍岸”的作用不断地侵蚀海岸、冲坍堤塘，从而给各国沿海地区人民的生命财产造成威胁（特别是当月球引潮力与太阳引潮力相互叠加产生大潮汛时危害尤为严重）；后者则可通过地壳固态物质的持续潮动而产生变形，从而诱发各种地质灾害；二是因月球对地球的潮汐摩擦而造成地球自转速度的短期突变和长期逐渐变慢。美国科学家曾根据古珊瑚化石生长线(环脊)的研究证实，3.7亿年前地球上的一年约为395天，一天约为23个小时。是何缘故致使地球自转逐渐变慢了呢？根源就在于潮汐对地球自转有一种制动作用，即长期的潮汐摩擦。虽然地球自转速度的变化很小，平均每个世纪仅放慢1～2毫秒，但若长期持续积累下去，便颇为可观，它同样会给人类带来“灭顶之灾”。试想，如果亿万斯年后太阳随着昼夜时间的延长而数日高悬空中不落，全球白昼气温必将迅速升高，势必给地表生物和人类的生存构成严重威胁，大批物种就将灭绝，后果不堪设想。此外，地球自转的改变还会导致地壳的某些薄弱地区不断积累应力，从而增加地震及其他地质灾害发生的可能性；三是月球的引力作用对人类行为也具有不良影响。据国际学术界的流行观点认为，月球与人

体"生物潮"密切相关。由于人体含水量可达60～80%，是故月球对人体内的水分如同对海水一样会产生潮汐作用，从而致使人的行为出现涨落失常现象。据研究，精神病人的发病期多在满月之夜，凶杀暴力事件和各种刑事案件的发生率也以满月、新月时最高，甚至人的辨色力也与月相变化息息相关。由此可见，在月地灾害系统中，生物潮的存在也是许多重大灾害事故发生的一个不容忽视的原因。

就日地灾害系统而言，我们考察的对象是太阳、地球和人类。与月球相比，太阳对地球和人类的影响要大得多，特别是以太阳黑子及耀斑的爆发为标志的太阳活动对地球和人类的影响尤为深刻，往往会造成灾难性的后果。过去人们对太阳活动危害性的认识一般还仅局限于它对地磁场和电离层的影响，如引起磁暴、极光和电离层骚扰，影响地面无线电通讯甚至导致无线电通讯中断等，同时人们也逐渐意识到太阳活动还会引起高层大气温度、密度和压力的变化，从而导致全球大气环流的紊乱和气候异常。然而，上述认识显然是不够的，因为太阳活动对地球和人类的影响远不止于此。如果我们运用系统科学的方法对日地灾变系统进行整体的考察，便不难发现太阳活动与全球性气候灾变以及灾害性天气现象的频繁出现有着极为密切的关系，两者之间存在着明显的正相关性。例如，洪水的发生与太阳活动有无直接关系呢？回答是肯定的。早在 1931 年，当时担任中央研究院气象研究所所长的竺可桢教授针对我国长江和淮河流域发生的一次特大洪水，在详尽分析了东亚地区气象条件的变化后指出；这次特大洪水是由于大量的降水造成的，类似的特大洪灾在 1909 年和 1887 年也曾发生过，并且这相继出现的三次大洪水的时间间隔都是 22 年，恰为太阳黑子11年活动周期的两倍。由此，竺可桢教授第一个系统地提出了洪水与太阳黑子活动

的相关性假说，从而揭示了日地之间的相互作用具有一个22年周期的微妙关系。这是中国科学家对灾害学这一世界前沿课题研究所作出的开拓性的贡献！随后的历史证实了竺可桢先生的假说是正确的：1954年，我国长江和淮河流域再次同时出现了由特大暴雨引起的洪水大泛滥，仅淮河流域洪涝面积就达6000万亩，仅安徽省的受灾人口就达340万人，倒塌房屋143万间；1975年，淮河流域因发生我国历史上罕见的特大暴雨而出现特大洪水，致使板桥、石漫滩两大水库洪水漫顶垮坝，冲毁铁路100公里，京广铁路被迫中断整整46天。江淮流域的上述三次大洪水的间隔周期都近似等于22年。问题在于，太阳活动究竟通过什么"中介"造成地球上的水灾呢？是全球大气环流控制之下的气象气候条件！以我国为例，我国是一个东亚季风盛行的国家，每年5～6月份始，随着西南气流和东南气流的逐渐增强，我国东南沿海形成了一个以台风、低气压和暖湿气团为主导的气象条件，这一气象条件的强弱变化，不仅决定着我国的降水及其分配情况，而且还通过降水条件的变化继而严重影响着我国的水文情况尤其是旱涝情况的变化。长江中下游地区夏季副热带高压的持续控制，台风及孟加拉湾暖湿气团的频频登陆，是酿成我国江淮流域以及黄、辽、海河流域洪水泛滥的重要因素。这意味着：地表水文条件的变化取决于气象气候条件的改变，而这背后又蕴含着太阳活动这一深刻的天文背景。事实上，不仅全球性气候灾害的发生与太阳活动密切相关，其他许多地球物理现象的异常和重大自然灾害的周期性加剧亦与太阳活动息息相连。如全球地震发生频度及强度的11年变化周期以及强震多集中在太阳黑子活动峰值期间发生的灾害研究新成果，即为明证之一。

若将地球、人类与太阳以外的天体系统乃至整个宇宙视作

一个灾害系统，情况又将如何呢？在该系统中，有可能对地球和人类施予有害影响的主要是来自天外及宇宙的众多“不速之客”，诸如流星体、彗星体、小行星、宇宙线等。它们光临地球之后，有的可直接给人类造成灾害，还有的则间接对人类施加不良影响。它们对地球的不断“轰击”至少会产生下列几种影响和危害：

1. 对全球气候造成深远影响。小天体等坠入大气层后能通过大气热磨擦而不断改变大气的物理状态和化学成分，形成局部的大气空洞，有时甚至还会引起空中大爆炸。如1908年6月30日苏俄西伯利亚的通古斯发生了一次极其猛烈的大爆炸，其破坏力相当于500枚原子弹和几枚氢弹的威力。爆炸带来的强烈冲击波诱发了地震，并顷刻引起了咆哮的狂风、滂沱大雨和洪水泛滥，致使许多人畜动物丧生，6000多平方公里的森林全部被摧毁。尽管国际学术界对这次大爆炸的起因众述纷纭，至今仍是个未解之谜，但至少有两点是可以肯定的：一是这次大爆炸的罪魁祸首是颗来自天外的小天体（陨石或蒸发殆尽的彗星），其半径可达几百米；二是大爆炸发生在5～7公里的高空，它产生的强大热风和冲击波能在1小时内把500～1000公里范围内的森林毁灭，能在几小时内使地球气温增加1℃左右，并由此产生了大量的水蒸气、云雾和尘埃，致使全球气温异常现象整整持续了数月之久。

2. 能引起大量生物种属的灭绝。如中生代的庞然大物——恐龙家族为什么会在6500万年前的白垩纪末突然绝迹的问题，一直是世界科学界争执不下的百年之谜。近年来，人们在意大利古比欧、丹麦哥本哈根、美国蒙大拿州以及新西兰等许多地区相继发现，在形成于中生代白垩纪至新生代第三纪之交的地层中普遍含有异常高的稀土元素铱(Ir)，有的地区铱峰值竟超过

了正常含量的25倍。据此，科学家们普遍认为：恐龙的灭绝很可能是中生代末一场"宇宙大灾难"的牺牲品。因为铱一般多见于地外天体，故而白垩纪地层中的铱异常表明，当时地球上很可能发生了一场巨大的流星陨落事件或者小行星撞击事件（还有人认为是距离太阳系1/10光年的一颗超新星爆发），其结果很可能引起了全球性的火山爆发、地震海啸及气候变冷，从而急剧恶化了恐龙的生存环境，最终导致了恐龙等生物种群的灭绝。目前科学界对这场巨大灾害的具体过程及细节尚在进一步研讨之中。

3．能对地球的地质构造造成影响。如对月球环形山及地表大量陨石坑的研究表明，在直径达1000公里的陨石坑中，由撞击引起的地质破碎带可深达地下150公里处，在地表可挖掘到厚达数公里的冲击体物质。因此，陨石等小天体对地球的撞击可以引起板块破裂和地幔对流特征变化。

4．可能诱发大规模的自然灾害。我国科研人员最新得到的研究结果表明，来自宇宙空间的各种高能微观粒子构成的射流——"宇宙线"不但可能诱发严重的自然灾害，而且还有可能引起人体的某些疾病。科研人员经过20多年的研究发现，近50年内发生的5次大宇宙线增强事件均对地球的生物圈、大气圈、水圈、岩石圈以及人类产生了较大影响。特别是在宇宙线异常时期，地球上均伴有严重的旱涝灾害发生，并可能诱发大地震和某些大范围流行的人体疾病。我国科研人员的这一新成果不仅为人类研究人体疾病及自然灾害的起因提供了新的途径，同时对于科学地预测预报大范围的流行性疾病及某些重大自然灾害也具有重要的实用价值。

以上我们简要介绍了三种类型的广义灾害系统。为了更有效地发挥系统科学方法的优势，我们在具体操作时必须注意掌

握其一般研究程序。

首先，我们需要正确选择和确定灾害系统的范围。根据系统原理，一个系统能否确立的根本标志即在于其内部各组成部分(要素)是否以一定的结构组成一个相互联系的有机整体。因此，整体性应当成为系统的本质特征。而一个灾害系统的整体性则主要表现为组成系统的各种灾害现象及灾害过程在时间序列上所具有的周期性、峰值出现的同步性及有序性。参照这一原则，我们可以根据具体研究对象将灾害系统选定为广义灾害系统类型或者狭义灾害系统类型。灾害系统确定之后，就必须确定影响该系统行为的内外因子。一般而言，系统越大，内在因子越多，其环境因子则越少；反之亦然。一旦灾害系统的内外因子确定以后，系统与环境的作用边界也就确定了，接下来就应建立工作假说与系统模型。在系统科学方法中，灾害系统模型一般是由各种内、外因子控制的状态方程组，这实际上是系统中内、外因子相互作用、相互联系的数学表达与模拟。通过对上述状态方程的分析求解，我们就不难把握灾害系统的演化规律，从而得出科学的结论。当然，这些结论还需在实践中加以验证。

大量科学研究的事实表明，系统科学方法是一种有效处理复杂事物的科学方法，在诸如人口控制、粮食生产、污染治理以及维护生态平衡等全球问题研究中业已得到了广泛运用，具有极为广阔的研究与应用前景。以上我们介绍的仅仅是灾害研究中所运用的各种系统科学理论与方法中的一小部分，除此之外还有控制论的理论与方法、突变论的理论与方法，以及耗散结构理论等。目前这些理论和方法在灾害研究中还很不成熟，尚处于萌芽阶段，有待我们进一步开拓和发展。

第三节　经验方法与模型方法

就自然界本身的变化而言，各种自然灾害的频频发生可视为大自然一次次主动的（或被动的）自我调节，但对于人类的生存和社会的发展而言，它们则是人类所面临的一次次严峻的挑战。火山、地震、山崩、海啸、泥石流、洪水、干旱，众多自然灾祸一次又一次地改变着自然界的面貌，同时亦深刻改变着人类对大自然的态度以及人类自身的生存方式。

在漫长的历史长河中，人类在自然灾害接二连三的挑战面前曾经恐惧过和躲避过，同时又始终不渝地探索着和抗争着，从未中止过与灾害的不懈斗争。基于不同历史时期的科学技术水平以及人们对待灾害的社会心态，人类在躲避、抵御和防治各种灾祸的过程中曾先后采用过许多种研究方法和防治手段，经验方法与模型方法则是其中最重要的两种研究方法。

所谓经验方法是指人们在同自然灾害的抗争过程中，凭借感性经验直接获得有关认识、防治和抵御灾害的经验知识的方法。这是一种能够大量获取灾情信息，提供感性素材的有效方法，在灾害研究的理论与实践中均有广泛的应用。但是，作为一种最基本的研究方法，经验方法通常只能提供各种灾害现象及过程的表象的知识，它对灾害事件的预测只能取得概率性的成功。因此，经验方法不是揭示必然性的方法而只是一种获得或然性结果的方法，有其固有的不确定性。经验方法常常将自然灾害的发生同某种或某类自然现象联系起来，并且往往假设这些自然现象与某种灾害事件之间存在着因果联系。但令人遗憾的是，单凭经验的方法既不能完全证实这种因果联系，也不能充分说明灾害形成发生的内在规律性。尽管如此，经验方法在灾

害研究中仍不失为一种简便易行的研究方法，特别是在对付那些具有确切前兆的自然灾害时尤为有效。

以地震研究为例。一般而言，在地震(尤其是强震大震)发生的前夕，震中地区往往会出现一系列极为反常的自然现象：天气现象变化多端；动物的生活习性和行为异乎寻常；植物开花结果不合时令；地下深处隆隆巨响好似闷雷；井、泉、河水涨落不定；晴朗夜空出现彩色光象；等等。我国云南地震灾区就流传着这样一则谚语：

震前动物有前兆，密切监视最重要。
骡马牛羊不进圈，老鼠成群往外逃。
鸡飞上树猪乱拱，鸭不下水狗狂叫。
冬眠麻蛇早出洞，燕雀家鸽不回巢。
兔子竖耳蹦又撞，游鱼惊慌水面跳。
家家户户细观察，综合异常作预报。

这则谚语形象生动地描绘了各种动物在临震前的反常行为。它们显然震前就已感受到了某些人类未能感受到的异常信息，从而为人们及时准确地预报地震提供了一种极为简便的经验方法：宏观异常预报法。据初步统计，迄今发现的能“预报”地震的动物已达100多种。当然，动物的异常行为也可能是地震以外的其他因素引起的，如气候变化、环境变化等。因此，运用宏观异常法预报地震同样带有一定的或然性。此外，地震灾害以外的其他许多自然灾害在发生之前也会出现某些征兆，诸如蚂蚁在山洪爆发前成群结队地向高处转移等类似的“自然奇观”。所有这些异常自然现象都能借助于经验方法为我们提供大量的灾情信息。

所谓模型方法是指人们根据自然灾害发生的现象或过程，设计一种与之相对应的“模型”，然后通过对模型的实验研究来

间接地揭示自然灾害"原型"的发生原因及其形成规律的科学研究方法。模型一般又可分为两类：数学模型和物理模型。数学模型的方法以模型与原型之间数学形式的相似性为基础，用数学方程来模拟说明各种灾害现象或过程。如上节中所涉及的通过对一组状态方程式的求解来揭示各种灾害系统演化规律的方法，就是数学模型的方法。物理模型方法则以模型与原型之间物理过程的相似性为基础，用物理实验来模拟说明各种灾害现象或过程。上述两类模型方法都是对灾害现象或过程的一种抽象化和理想化的近似反映，都具有简化和纯化灾害现象或过程的突出优点。然而，由于促使灾害发生的内外因素可能很多，人们甚至都难以搞清楚究竟有多少因素，故尔模型方法不可能完全体现灾害产生和形成的每一种成因，而只能择其主要因子加以反映。这就不可避免地造成了模型方法的局限性。如果说经验方法的局限性主要在于缺乏因果关系的"质"，那么模型方法的局限性则主要在于缺乏因果关系的"量" 正由于量上的欠缺，致使模型方法同样具有内在的不确定性，因而只能在某个侧面反映和再现灾害现象及过程的本质。

与经验方法一样，模型方法在灾害研究中同样具有普遍的应用价值和重要的作用。以滑坡研究为例。所谓"滑坡"，是指山体斜坡上不稳定的岩体或土体在重力作用下沿一定滑动面(或滑动带)整体下滑的一种重大地质灾害现象，它的发生会不同程度地造成各类工程建筑设施的破坏，特别是对铁路、矿场及各种水利工程设施构成严重威胁，具有很强的破坏力。1983年3月7日下午5点40分，在甘肃省东乡族自治县洒勒山北麓发生了一次我国历史上罕见的大滑坡，仅一分多钟的时间就滑塌土石6000多万立方米，掩盖了山下约3平方公里的面积，共掩埋了3个村庄、3000多亩水田以及1座水库和270多人。一位正

在山上干活的农民眼见脚下山摇地动，立即扑过去抱住一颗大柳树，顷刻之间就连人带树滑出了1000多米，侥幸死里逃生。像滑坡这样一种重大自然灾害事件，由于其产生及形成的内外因素很多，成因极其复杂，并且发生过程又转瞬即逝、极为短暂，因此，人们在自然条件下很难弄清滑坡产生和形成的全过程及其主要成因，很难对其加以详尽的研究。然而，运用模型方法便可帮助人们攻克上述难关。通过建立与原型相似的滑坡模型，人们便可采用模拟实验和数学分析等科学方法对各种滑坡的发生过程、构造特征以及产生机制和动力成因等方面进行详细的研究分析，人为地重复各类滑坡产生及形成的全过程，从而达到对滑坡这一重大地质灾害的规律性的认识。有鉴于此，在当今国际地质学界，模型方法业已成为各国研究滑坡等重大地质灾害现象的主要方法和手段，其中我国的滑坡研究已经走在了世界的前列，通过运用模型方法及其他科学方法已经取得了一大批重要的滑坡研究成果。

需要指出的是，与灾害研究中的其他科学方法一样，模型方法也不是尽善尽美的，它同样具有自身难以克服的局限性。譬如，20世纪以来，随着人类对地震波的详尽研究探测和对地球内部物质结构及运动特征的深入了解，科学家们相继提出了三种有影响的地震模型理论：断层模型、相变模型和岩浆冲击模型。这三种地震模型分别从不同的侧面较好地解释了地震的某些现象及其生成原因，为预测预报地震提供了一定的理论依据。然而，这三种地震模型都只是从某一侧面对地震现象及其成因规律的研究，因此在实际工作中难免会产生单个模型不能解释的地震现象，从而给地震预测造成困难。这种情况在其他灾害类型的研究中也是相当普遍的。那么，如何防止和克服模型方法的缺陷呢？

我们认为，在现有的灾害研究的理论和实践的基础上，经验方法与模型方法的紧密结合，是一种更有效、更科学的灾害研究方法，它有助于互相弥补两种方法各自固有的局限性，开拓灾害研究的新思路。从某种意义上说，经验方法与模型方法的结合，亦即科学实践和科学理论的结合。具体来说，通过经验方法的实践可对模型理论进行反馈修正，通过模型方法又可对灾害研究的实践经验提供理论指导，两者相辅相成，从而在更高层次上去把握灾害现象及其规律性。这一新方法在灾害研究的某些领域已经初见成效。我国辽宁海城地震的预报成功便是一例。

1975年2月4日，辽宁省海城地区发生了一次7.3级地震。尽管这次地震发生在我国人口稠密、经济发达地区，但由于地震部门及时作出了较准确的强震预报，政府依此及时采取了有力的应急措施，从而大大减轻了震灾危害，仅造成1328人死亡和8亿元的经济损失。据有关方面估算，若震前没有预报，海城地震的死亡人数至少超过10万，经济损失将达几十亿元。因此，海城地震被誉为是世界上“第一个准确预报的大地震”。究其预报成功的原因，关键在于经验方法与模型方法的结合上。一方面，模型方法的运用为预报提供了理论基础。海城位于我国华北强震区的东北部、郯城—庐江地震带的北段，区内发育有一系列北西向和北东向的活动断层。我国地震工作者曾对这一地区的主要地质构造（尤其是新构造）及其活动性进行了大量野外调查和综合理论研究，1970年还对辽东半岛进行了区域大地水准路线复测，并根据区域大地构造理论及地震模型理论对获得的大量第一手资料进行了详尽的理论分析研究，从而为成功地预报海城地震提供了科学依据；另一方面，经验方法的广泛运用又使人们普遍开展地震监测与预报成为可能。早在1974年12月中旬，辽南地区就有人发现一生从未有过的宏观异常现象：井水变

浑、变味、冒泡，水位大幅度涨落；冬眠之蛇出洞冻死在雪地里；家禽、家畜、鼠类、鸟类、鱼类，公园里的老虎、猴子，甚至蚂蚁、蜈蚣、蝴蝶等昆虫都相继出现了习性反常。此外，人们运用仪器还观测到地面倾斜、水中氡含量明显异常等。所有这些都大大提高了人们对大地震行将来临的警惕。正是基于上述两种科学办法的综合运用，地震学家才得以做出了准确的临震预报，从而迈出了人类在重大自然灾害面前由被动到主动的重要一步。

当然，从科学的角度讲，这次海城地震的预报成功还只是一次初步的尝试，其技术依据和预测指标仍带有很大程度的经验性。作为一项科学研究的成果，它还基本属于经验知识的范畴。我国以后几次接踵而至的大地震，特别是1976年毁灭性的唐山大地震仍在不断提醒着人们：光凭经验还远远对付不了地震灾害，震灾的理论研究必须切实加强，科学的地震预报工作尚待进一步的完善提高。

总而言之，自然灾害形成和发生的原因往往是错综复杂的，而其触发机制却往往异常灵敏，加之人类目前对自然灾害的认识了解还相当肤浅，这又必然限制了灾害研究的广度和深度。正是基于上述这些主、客观原因，我们才不得不大力提倡运用各种科学方法和手段进行综合灾害研究、横向灾害研究。唯此，才能有效地把握灾害形成和发生的规律性，不断增强人类对灾害的防治抵御能力。

第四节　统计物理学理论与方法

统计物理学是一门诞生不久的新兴基础学科。它的研究对象往往是复杂系统，其研究目的即通过对复杂系统中各子系统

（或者各组成要素）的综合分析来刻划该系统的宏观行为。鉴于各种灾害系统均具有宏观尺度庞大、内部结构复杂、整体行为反常突发的基本特征，统计物理学理应成为灾害研究中普遍适用的重要科学理论和方法。特别是近一二十年来，随着耗散结构理论、协同学以及混沌学说和突变理论的相继建立和日臻完善，统计物理学在对远离平衡态系统及亚稳态系统的研究方面也取得了重大进展，开拓了人类认识自然的新视野，同时也为现代灾害研究提供了一些不可缺少的研究工具。下面，我们就简要介绍几个在灾害研究中经常涉及到的统计物理学的研究主题。

（一）涨落放大问题

统计物理学原理告诉我们，所谓“涨落”即系统对过程平均状态的偏离。自然界中的任何系统中都存在着涨落。这种涨落平时一般都保持在相对平衡态的一定的偏离度上，我们称其为微涨落。当系统要从某一相态突变为另一相态时，这种涨落就会“放大”(即超出一定的偏离度)，成为巨涨落。这实质上也就是微涨落通过寻找和试探合适条件以促使整个系统发生突变的过程。

在各种自然灾害系统中，涨落放大现象及过程可谓比比皆是。例如，大地震发生前夕中小地震的发生次数相比往常明显增多、强度日渐增强、宏观前兆幅度加大，以及强震过后余震不断等现象，均可视为涨落放大的表现。究其生成原因，主要在于地壳中各种应力积聚到较高程度后促使局部地区蠕滑加大和接通小粘滑段(或完整岩石区)的长度不断增加所致。这种涨落放大的后果有利于震源区内的塑性硬化地段再度集中应力，并为更大的断裂错动提供让位区，从而最终导致大地震的发生。

在气象学中，冷暖气团相交而成的“锋”亦可视为一个系

统。该系统中既有气温、气压、湿度等状态函数的平衡态，亦有偏离平衡态的微涨落。如系统内的若干低压中心即可视为相对于平衡态的压力涨落。一旦锋面上空出现辐射气流，低压中心气压就可能愈来愈低，最后发展为巨涨落，造成暖湿气团的急剧上升，产生暴风雨灾害。台风的形成则是热带局部低压中心不断涨落放大的产物。从理论上讲，形成台风的局部低压中心具有光滑的闭合等压线，但实际上等压线是并不光滑的，因为各处的梯度方向并不都指向低压中心。因此，在科里奥利力的作用下，低压中心各等压线上的某些地段的气流开始偏离梯度方向，而逐渐转向平行于等压线的方向流动。随着时间的推移，各等压线上会出现一些较大段上平行于等压线的气流，最后各段的平行气流接踵相连，形成闭合的“气旋”（大气涡旋中的一种）；气旋若进一步持续加强就会形成台风。在上述过程中，较大段上出现的平行于等压线的气流，就是由气压梯度气流态向气旋气流态转化的涨落放大现象。如果这种涨落因受到控制而未能得到放大，也就不会产生气旋，最终亦形不成台风。除此之外，其他诸如太阳黑子和耀斑等具有巨大能量且会突然增强和骤然释放的自然突变现象及其生成过程，都可视为某种涨落放大的结果。

值得一提的是，系统内部的涨落放大虽然发生在系统宏观相态突变的前夕，但是它并不构成系统发生宏观相变的充要条件，而是与系统环境的变化密切相关的。当系统环境的扰动与系统内部的涨落放大相适应时，就会导致系统更快更猛烈的相变。为什么每次大的火山爆发总伴随着地震的出现？为什么特大洪水的产生会与太阳黑子的剧烈活动有关？原因恐怕正在于此！

（二）长程相关问题

“长程相关”是统计物理学中的一个重要概念。统计物理学认为：当系统的宏观整体运动尚未形成新态之前，其内部各子系统(或要素)都在分别运动着；而当系统的内、外条件均合适时，这些原先相对独立的运动就会相互配合，形成长程相关现象，并由此促成系统的宏观整体运动的新态。所以，长程相关是系统由一种相态向另一种相态突变前所必须具备的条件。因它的空间尺度要比各子系统与其邻近子系统之间相互作用的空间尺度大得多，是故称其为长程相关。

对于地震灾害来说，大地震在发生之前通常需要大范围让位，以便使巨大的震源岩体得以大错动并同时容纳错动来的巨大岩体。这一相态变化与震源岩体大范围变动之间的长程相关，是统计物理学观点在地震组合模型理论中的具体运用。还应指出，大震之前大范围内小震机制参数的趋于一致现象也是长程相关的一种表现。如1962年广东河源6.1级地震发生前就出现过这种情况。

对于气象灾害来说，热带局部低压中心从起初气流流向的不一致逐渐达到一致，并参与同一气旋活动，最后形成台风的过程也是一种长程相关。就太阳耀斑而言，它的典型面积尺度超过3亿平方公里，其寿命一般只有10^2～10^3秒，所释放的能量可高达10^{30}～10^{33}尔格。耀斑爆发时竟然能在如此短暂的时间内释放出如此巨大的能量，并致使如此巨大的面积增亮，这表明在耀斑爆发的过程中必然发生了长程相关现象。

（三）混沌理论

混沌理论是现代统计物理学的最新发展。它所要解决和回答的主要问题是：不含任何随机因素的确定性系统中是怎样产生出随机的、非确定性行为的？“混沌”一词在古代原是一个神学术语，意指创世纪之前宇宙的初始状态。在现代混沌理论

中，“混沌”一词则是指与“有序”和“无序”并列存在的一种事物状态，是一种具有丰富内部层次和精细组织结构的特殊的“序”。混沌理论把系统在演化时间趋于无穷大时所达到的终极状态称之为“吸引子”。这就是说，系统的状态点不论从被称为吸引子的区域以外的什么位置开始，随着时间的推移都将不断趋于这个区域，直到最后进入这个区域并且永不离开它为止。如果吸引子为三维空间中的一个稳定点、极限环，或一个形状类似于轮胎的环面，那么它就被称为“平庸（或普通）吸引子”；如果吸引子是确定性系统转变为随机系统的临界点，那么它就将被称为“奇异吸引子”。我们可用一个简单的比喻来说明奇异吸引子的现象。在打台球时，如果击球点正好通过球的重心，且每次球在球台边框上的着力点也通过球的重心，则经多次反射后人们仍可对球的最终位置作出确定性的预测。但事实上，由于击球点和边框着力点均不可能完全通过球的重心，这就必然引入了误差。即便初始误差极小，它在多次反射过程中仍将逐渐被放大，因而经多次反射后球的位置只能是随机的，事先无法预测。由此可见，奇异吸引子现象对系统状态的初始条件十分敏感。只要初始条件稍有差别，就会最终导致确定性系统向随机性系统的转变。需要着重指出的是：混沌理论所揭示的这种随机性是系统的一种根本的性质，它并不随着观测资料的增多而趋于消失，同实验中的“误差”也有着本质的区别。只要是在非平衡、非线性的条件下，当某些控制参量达到临界阈值时，系统不但可能由无序进入有序，而且也可能突然失稳，通过分岔而产生出一种或几种复杂的新稳态，形成混沌（奇异吸引子），从有序态进入混沌态。

各种灾害，不论是地质灾害、气候灾害还是生物灾害和社会灾害，一般都属于非线性问题。因此，在灾害系统的某些演化

阶段上都会出现奇异吸引子。例如，美国著名气象学家劳仑兹曾于60年代提出了一个大气科学研究中的“蝴蝶效应”理论。该理论认为，一只蝴蝶在巴西拍了拍翅膀，却会最终导致美国得克萨斯州发生一场龙卷风。这尽管听起来似乎是新的“天方夜谭”，但它却是大气系统演变中因存在着奇异吸引子现象而必将造成的结果。该效应说明了在天气预报方面，由于大气系统中存在着各种初始扰动，因此根据已知时段内的天气要素是不能按照确定性演变规律来精确预测半个月后的天气变化的。在地震预报方面也有可能出现类似情况。例如，根据地震前兆的时空特征与震源孕育模式的相关程度，通常可将地震前兆分为两类：一类是地震前兆时空相关性好的(协方差不为零)，可根据其时空演变及分布特征进行确定性预报。如1975年海城7.3级地震的前兆就具有“先外围后震中”的良好分布特征以及前兆出现几起几落的特点；另一类则是地震前兆时空相关性差的(协方差为零)，宜采用概率方法进行预报。

混沌理论还进一步指出，一般灾害系统演化的可能性空间是混沌区域中平庸吸引子和奇异吸引子的集合。其演化的方向是确定的，但其演化的路径却是随机的，是由分岔点附近的具体条件以及为多数子系统所响应的内、外涨落所决定的。就混沌理论在灾害研究中的作用而言，它一方面揭示了灾害系统精确的长程预测是不可能的，这是人类预测灾害能力的本质局限；另一方面它又为采用简单的法则来解释各种随机灾害现象提供了可能性，从而开辟了各种环境系统中有效发现规律性的灾害研究新道路。也许这正是混沌理论的奥妙之所在。

（四）多重选择问题

众所周知，自然界中存在着两类系统：线性系统和非线性系统。在线性系统中，整体性质来自部分之和，系统的复杂性也由

叠加而产生；而在非线性系统中，整体与部分之间存在着本质的差异，整体的性质和行为并不归结于部分的线性叠加，系统的复杂性则是由系统中的非线性机制决定的。该机制作用的一个表现形式就是系统演化的多样性。有鉴于此，多重选择就成了非线性系统的一个重要特征。

灾害系统也是非线性系统，因而其演化过程中亦存在着多重选择。如地震的形成及发生过程也就是地下大区域应力在地质断裂地区不断积聚并骤然释放的过程。如果始破裂点处于不同的断层之上，则地震形成过程中相应的加震或减震作用将各不相同，因此随后的发震情况亦不相同。这就是断层发震的最大强度及其震型变化的多样性。在台风形成方面，虽然西太平洋上空可能出现许多个局部低压中心，然而其中能发展成台风者毕竟还是少数，这实际上也是一种多重选择。我国南黄海地区生成的台风往往移动路线多变，难以预测，也与多重选择有某种联系。从成因上看，多重选择可视为非线性系统内部涨落因素中某些成分成长壮大的结果。由于涨落因素是多样的、随机的，因此系统在突变时究竟以何种涨落因子为代表来控制系统，这在事先是难以预料的。这或许就是多重选择出现的原因。

（五）岔点外敏问题

所谓“岔点外敏”即指系统在发生突变的前夕以及突变过程中对环境因素具有的特殊敏感性，或者说这时环境因素对系统的作用被“放大”了。例如月球的引力作用相对地球自身的重力作用并不大，但它同样可以起到调制地震生成过程和触发地震的作用，特别是在震源地区地应力不稳定时尤为明显。对于大气系统来说，冷空气侵入的频度分布具有明显的朔望优势；西北太平洋上空台风形成的频度分布也有朔望及上下弦优势。就太

阳黑子活动而言，已知它具有11年的平均活动周期，然其实际周期却往往在9～13年之间变动，且其每次活动周期的峰值强度亦不同。据某些专家的研究，这很可能与其他行星的影响有关。这些事实表明，在非灾害过程突变为灾害事件的前夕，系统的突变将受到环境因素的显著影响。也就是说，在临近突变的时刻，系统对环境因素变化的反应往往是十分敏感的。作为一个开放的、动态演变的系统，灾害系统不仅与环境之间存在着物质和能量的交换，而且还存在着空间和能量的交换关系。如在地震的形成过程中，岩石受到纵向加压后就会产生横向扩张现象。这种横向扩张实际上就是一种空间的交换。此外，灾害系统在与环境进行物质和能量的交换过程中还存在着"阻塞"现象。可以认为，如果没有能量交换过程中的阻塞，那么也就没有巨大能量在灾害系统中的积聚，灾害现象及过程也就不会发生了。

综上所述，灾害系统是一个极其复杂的大系统，其内、外各因子之间存在着极为密切的交互作用。灾害系统除了具有非线性、开放性以及演化的随机性等表现形式外，还具有自组织、自催化等现象及过程。而统计物理学的理论和方法就是揭示各种灾害及灾害系统的性质、结构及其演化发展规律的有效工具。目前有关这方面的研究业已成为当代科学研究的前沿之一。我们深信，随着统计物理学在灾害研究领域的重大突破，人类对各种灾害现象及过程的认识必将产生新的飞跃。

第五章

灾害的危险性评价

在人类历史的长河中，灾害从未像今天这样受到如此普遍的关注，也从未像今天这样成为社会发展如此沉重的负担。人类的历史是一部同自然灾害及各种人为灾祸不断斗争的历史。这部斗争史也许还将以更频繁、更剧烈的形式继续写下去，最终孰胜孰负，是人类，还是灾害？下结论为时尚早。但至少有一点是可以肯定的，面对灾害频频、险象环生的自然环境，面对人类自我毁灭的极大危险性，当今人类再也不能漠然视之，更不能再抱着“人定胜天”观而坐以待毙！毫无疑问，以科学的态度和手段建立一整套包括灾害预报、预防、控制、救助的防灾救灾体系，将是人类进入21世纪的必备条件，而危险性评价作为灾害研究的有效手段，则是人类有效地对付灾害的基础和前提。把危险性评价全面引入灾害学研究领域，不仅使灾害防御对策的制定有了科学依据，而且必将使灾害研究呈现出勃勃生机。

第一节　危险的阴影与希望的田野

人类的周围始终笼罩着与生活不和谐的阴影，那就是灾害的危险。20世纪以来，人口的急剧增长，城市的迅速发展，使人类的居住环境充满了各种各样的危险。这不仅表现在自然灾害

数量的增加和各种人为灾害的发生频率和强度的日益增长，还表现在人口和经济的增长更加剧了灾害的损失程度。城市化的程度越高，城市灾害所造成的损失也就越大，美国得克萨斯州的加尔维斯敦是墨西哥湾沿岸飓风的多发地区，仅1900年的一次飓风便夺去了加尔维斯敦6000余人的生命，造成了3000万美元的财产损失；而1961年的一次飓风虽然仅死亡46人，但造成的财产损失竟达4亿美元，经济损失增加了十几倍。尽管1961年美国已经有了性能良好的飓风预报及通讯系统，成功地使上万居民预先撤离了危险区，仍无法避免经济损失的成倍增长。1906年，美国旧金山大地震夺去了700人的生命，损失5亿美元，当时的人口只有50万，而现在旧金山城市人口早已超过500万，是当时的10倍以上。倘若今天再发生当年规模的特大地震（8.25级），其后果显然将不堪设想。

科学技术的进步，社会经济的发展，虽然为人类带来了灿烂的物质和精神文明，但也带来了众多新的灾害危险，尤其是有毒有害化学品和核污染的巨大潜在危险给人类蒙上了恐怖的阴影。美国科学家甚至宣称：人类将淹没在自身创造的垃圾之中。日本的水俣事件，伦敦的烟雾事件，美国的黑风暴事件，苏联的切尔诺贝利核泄漏事件，以及各大城市普遍的沉降事件等，都向全人类发出了全面的危险警告。在相当长的历史时期中，人类社会一直遵循着这样的发展模式：人类先在一个地区繁衍，由于滥砍滥伐、过度放牧和盲目耕种造成了连锁的水土流失、水灾、沙漠化、气候异常等灾难性后果，文明开始衰落，人们就不得不迁移他乡，去寻找新的乐土，为此，甚至导致连绵不断的战争。历史上，除了尼罗河、美索不达米亚和印度河等三大流域外，文明竟未能在一个地区持续30～60代人，而且文明越是古老灿烂，文明持续的时间越短。灾害无疑极大地影响

了历史的进程，我国黄河流域的兴衰史就是历史的见证。可是，今天的地球已无一方净土，人类再也无法遵循古人的迁移模式了，不得不忍受无情灾害的现实。这是不是说我们亦将遭致古人同样的命运呢？

值得欣慰的是，全球性灾害的危险性业已引起世界各国尤其是发达国家和联合国有关组织的高度重视，“灾害的危险性评价”作为人类向灾害全面宣战的先行研究于 70 年代初应运而生并得到了广泛的采用和发展。1975 年，世界环境问题委员会（SCOPE）在美国召开了“环境危害的比较危险性评价”国际学术会议，有力地推动了世界各国危险性评价工作的开展；苏联于 1969 年成立了地震危险性评定委员会（KCO），着手进行地震危险性评价的定量方法研究，并编制了全苏新的地震危险区划图；荷兰对石油化工业密集的里几蒙德地区的人为灾害危险，进行了长达10年的评价研究；联合国世界卫生组织于 1979 年成立了国际化学品安全规划处，在环境规划署的协助下开展了一系列有毒有害化学品的危险性评价的课题；美国也投资巨款，从 1988 年开始实施化学品生态风险的评价计划。这些活动和研究成果必将对各国家或地区的安全和环境保护起到积极作用，并为安全法规和政策的制定提供科学依据。在许多发达国家，危险性评价不仅成了灾害研究的有力手段，大大丰富和发展了环境影响评价体系，而且逐渐成为独立的评价系统，并确立了它的法定地位。

我国近年来也开展了一些核电站、水库等重大工程的地震危险性评价工作，但局限于单因素的灾害危险性评价，而且进展缓慢，区域性的灾害危险综合评价工作尤为缺乏，这是与我国的灾情和灾害趋势不相适应的。1988 年以来，频繁的地震、水灾、旱灾及太阳活动高峰的出现都显示着地球进入了本世纪最

后一个灾害危险期，我国积极响应联合国关于1990～1999年为“国际减灾十年”的决议，正在实施灾害防御的研究计划，因此，开展我国灾害的危险性评价、建立适合我国灾情的危险性评价方法和体系，显得极为迫切。可以预见，灾害危险性评价的全面开展将打开灾害研究的突破口，为人类未来的防灾减灾工作展现出一片希望的田野。

一定的区域通常存在着一定的灾害危险。我们把灾害产生和造成损失的可能性及不确定性统称为灾害的危险，简单地说，危险就是潜在的灾害。灾害的危险总是相对于人类而言，也就是说灾害的最终受体必定是人，只有当危险转化为现实，并对人产生直接的或间接的伤害时才成为灾害。由于人类对灾害的认识和感知仍具有较大的局限性，使得灾害发生的具体时间、范围、强度及产生的可能后果往往带有很大的不确定性。正是灾害的不确定性给灾害的研究和防御带来了巨大的困难。而危险性评价就是针对灾害发生的可能性和不确定性进行深入研究和定量评价，从而为政府决策部门提供关于灾害的定量的决策依据。

依据灾害发生的时空尺度和规模强度，可把灾害危险分为三类：①集中型危险。一般分布范围较小，影响集中，突发、短效，无明显灾害产生的先兆，如地震、滑坡、火山、崩塌、飓风、冰雹等形成的灾害危险；②弥散型危险。一般分布范围广，影响时效长，逐渐发作，能较准确地预测，如干旱、热浪、雪、雾、大气、水、土壤的污染等构成的灾害危险；③混合型危险。介于前二者之间，具有综合的特征。如局部地区的暴雨带来的水灾危险是集中型的，而一些大河流域及河口三角洲的洪灾危险则是弥散型的，其他诸如风沙、海啸、热带气旋等造成的灾害危险也属此类。此外，根据灾害的来源和成因又可把灾害

危险分为自然的、社会的、人为的和准自然的灾害危险等四类，各类的典型例子及其与各因素间的关系见图 5-1。

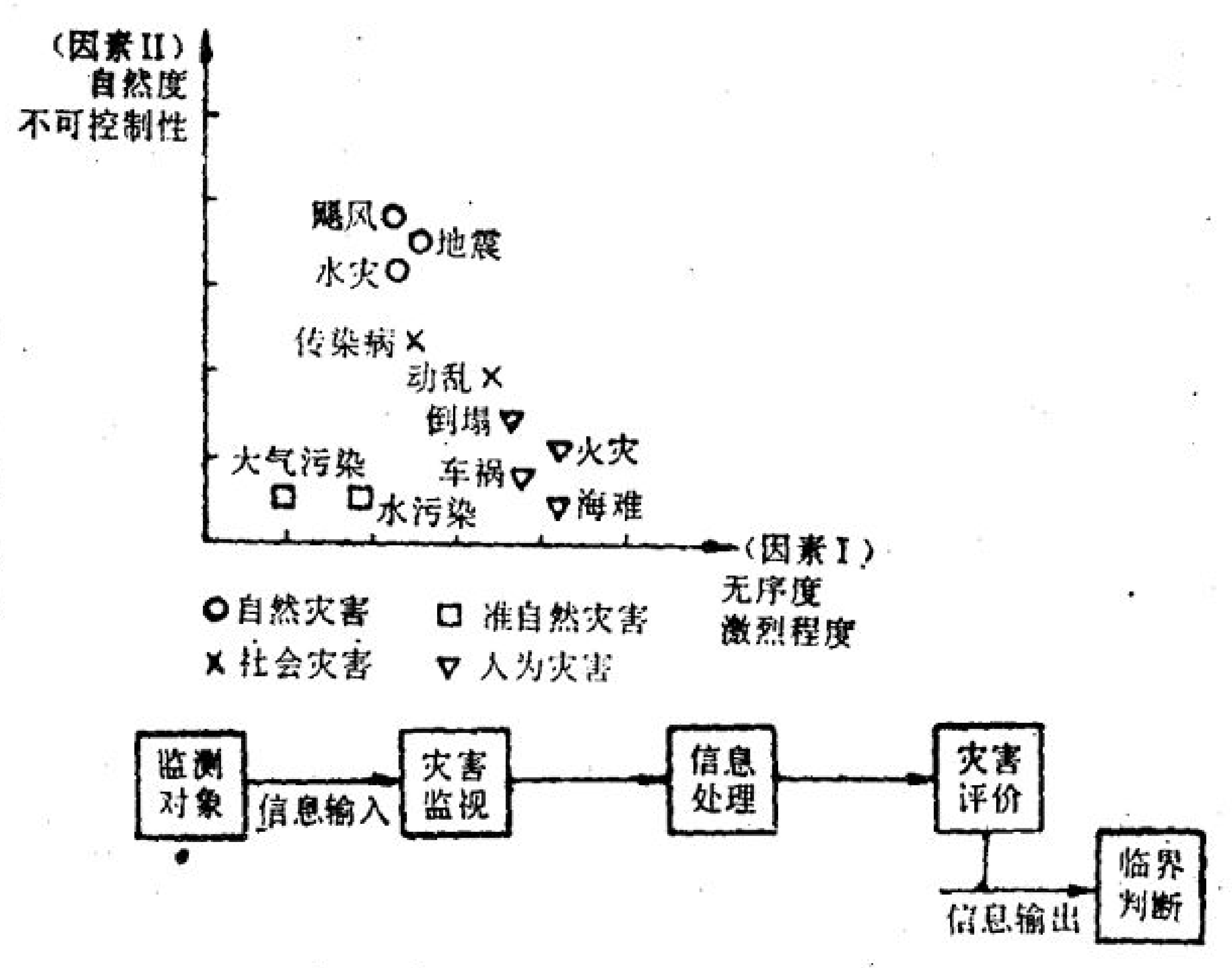


图5-1 灾害危险与各因素的关系

实际上，在以往的日常生活中每个人对灾害的危险也有直观的评估，只是这种评估往往是肤浅的和不准确的，因为它通常来源于人们对灾害事件的直接经验，甚至是某些神话和迷信。古代的劳动人民在与灾害的长期斗争中，积累了一些简单的灾害评估方法，如 1739 年我国银川大地震后，《银川小志》上写道："凡炮声散长，群犬围吠，井水忽浑浊，即防此患（地震）"。1815 年山西平陆大震后，《虞乡小志》中指出："淫雨后大热，宜防大震。"但由于古代科学技术的局限性，古人并不知道灾害产生的内在原因，只能凭借某些经验加以猜测，因此在灾害的评估

预测方面显得十分乏力，以至于占星术和巫术等伪科学长期统治着古代防灾消灾的领域。人们为了避难消灾，不得不祈求天地神灵的保佑以求安宁，浙江沿海大部分地区的属地名称（如宁波、海宁、镇海等）都来自并体现了这种消极的愿望。即使是科学发展的现代，巫术和各种现代迷信在许多国家依然占有很大的市场。中国人对龙年很是忌讳，认为龙年总是灾年，并常把1976年唐山大地震的发生作为龙年不吉的例证。其实，中国历史上的许多大地震并不属龙。据统计，在1177～1949年的772年中，我国共发生有感地震8122次，其中8级以上的特大地震有14次，只有2次发生在龙年，况且大灾难的龙年往往与太阳活动高峰期相吻合。近十几年来，科学的日新月异，人类对灾害探索的不断深入，才使得科学的、客观的灾害危险性评价方法迅速发展起来。

灾害的危险性评价主要由危险识别、危险预测和社会评估等三部分构成，其评价的内容和流程见图5-2。灾害的危险性评价旨在通过灾害危险的识别和评定，探讨灾害危险的孕育、发展及灾害发生的规律，向社会报告灾害的危险率、危险强度和灾害的可能损失程度；并对灾害的危险管理决策进行科学评估，为决策机关提供最佳的防灾方案，为保险公司指明保险的业务重点，鼓励人们积极投保，提高公众的防灾意识。

灾害的危险性评价体系是在能源系统的风险评价中演化、发展起来的，其评价的范围及具体的评价方法均需在原有基础上做进一步改进和完善。区域性的灾害危险性评价的基本内容和步骤如下：

（1）收集详尽的基础资料（地质、地貌、水文、气象、植被、人口密度、工业布局、建筑结构、生产流程等），建立“环境参数数据库”。

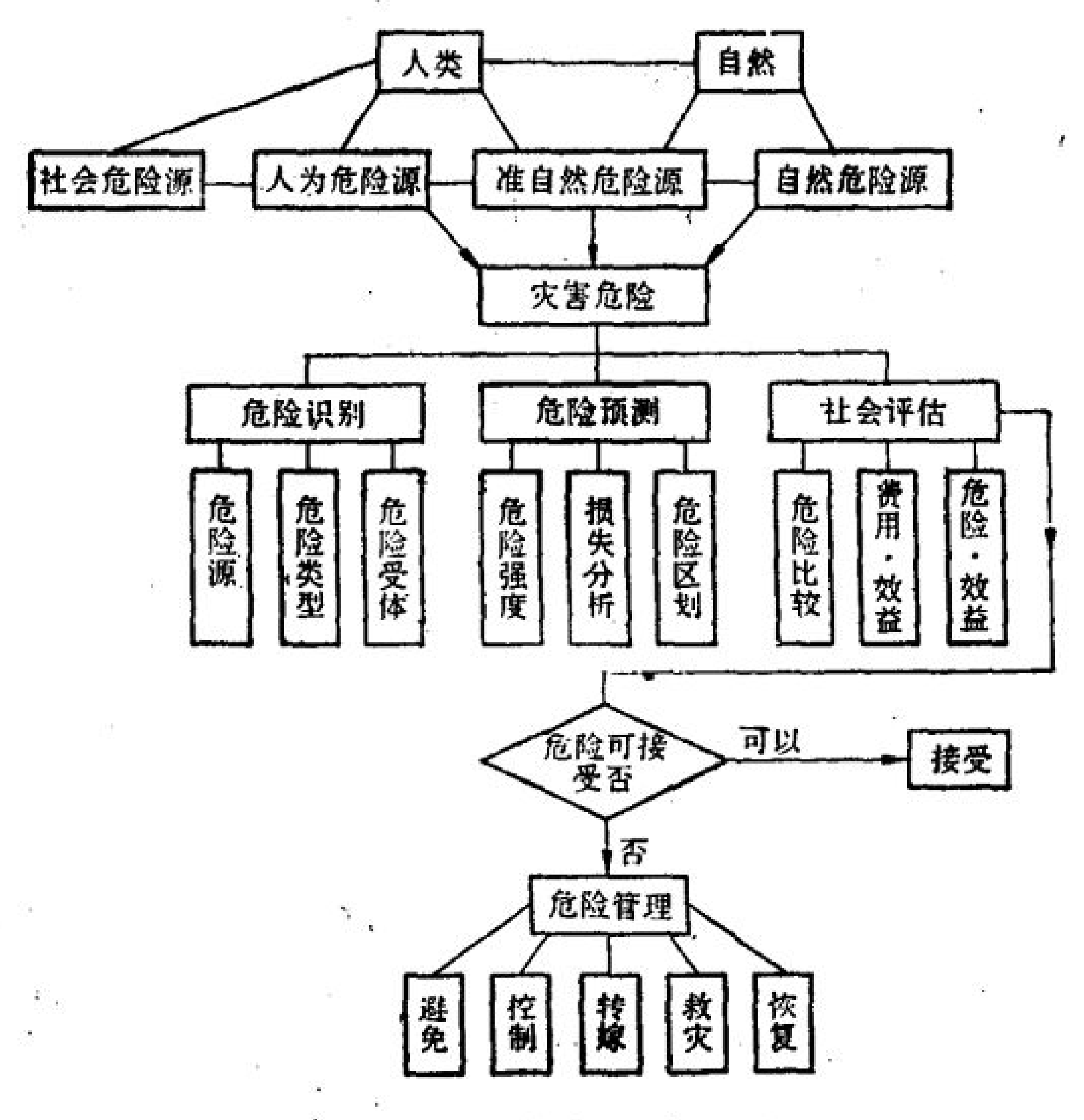


图5-2 灾害危险性评价的内容及流程

(2) 识别灾害危险，确定灾害的危险类型，建立"环境灾害数据库"。

(3) 选择模型计算发生灾害的危险概率、危险强度及可能造成的损失程度。

(4) 选择结论的表示方式（分值或危险概率值、等危险线图、危险区划图），给出直观、定量的评价结果。

(5) 检验评价结论的灵敏度和评价的可信度。

(6) 评估危险管理的效益和费用，选择最优化决策。

由于经典的综合性灾害危险性评价存在难度大、历时长、一

般费用高昂、评价的实际效益有待加强等问题，区域性的灾害危险性评价只能有选择地逐步开展。鉴于我国的实际情况，可首先选择典型地区对若干典型灾害进行危险性评价，以促进我国该项工作的全面开展。我国灾害的危险性评价可实行以点带面、点面结合、自然灾害与人为灾害危险性评价并举的方针，重点开展石油化工密集区和沿海开放城市的区域性灾害危险性评价，主要评价地震、地面沉降、突发性大气污染、水源污染等我国比较普遍的灾害危险，以开创我国灾害危险性评价研究的新局面。

第二节　灾害危险的识别

危险识别是灾害危险性评价的第一步，是评价的基础。危险识别是对灾害危险构成因素的鉴别和剖析，从某种意义上讲是寻求危险信号的过程。如何从背景中检测出显著的异常信号并破译危险信号和灾害产生之间的必然联系，这是危险识别的关键，也是灾害学面临的基本问题。人类的灾害史已经表明：对任何重大灾害危险的疏忽大意都可能导致巨大的劫难；同样，因危险识别不全面产生的偏差也会导致不必要的经济损失甚至社会混乱。

1986年8月21日深夜，大雨刚过，西非喀麦隆西北省武姆城附近的“下你要死”村旁一英里外的一座火山湖——“你要死”湖突然发作，一股臭鸡蛋味的烟雾从湖中喷出，瞬时，约10亿立方米的“毒气”释出湖面，形成约50米高的云雾弥散在沿湖10公里范围内的低空，致使“下你要死”村的1200余人不知不觉地丧生于睡梦之中，全村仅有2人和几只鸡幸免于难；附近村庄也相继死去500多人。据联合国救灾办事处出示的数字，到8月26

日"你要死"湖停止喷发为止，在这次灾难中共死亡1746人。这是一场事先没有任何预兆的灾难，也是当地从来未发生过的，故人们事先没有丝毫危险的感觉。灾害发生后，许多国家的科学家纷纷对"你要死"湖进行种种考察研究，对造成这次"毒气"喷发的事件原因众说纷纭：美国地质学家认为这次事件是由于突然的湖水逆转造成"毒气"溢出引起的；法国科学家则认为"毒气"是由湖底火山活动造成的。1987年3月，喀麦隆政府和联合国有关组织联合举办了有全世界200多位科学家参加的"你要死"灾难国际科学讨论会。经为期5天的现场考察和讨论，与会科学家一致认为："你要死"湖事件并不是一次"毒气"喷发事件，制造这起惨案的罪魁祸首竟是自身无毒的二氧化碳气体！由于湖面逸出的烟雾中二氧化碳含量高达98～99％，遇难者实际上均因缺氧窒息而死。尽管湖底地下还在源源不断地向"你要死"湖输送着二氧化碳，潜在的危险依然存在，但科学家认为可用管道埋入深水中，使二氧化碳缓慢无害地排放而消除类似灾害危险。从喀麦隆的"毒气"灾难中可以看出，危险识别不仅十分必要，而且必须全面、准确。同时也应看到，灾害危险的识别是一项非常复杂的系统工程，只有掌握详尽灾害历史资料，周密分析特定区域中人类所处的自然及社会环境，才能找出人-社会-自然综合体系中各种灾害隐患和危险因素。

灾害危险的识别除了其一般的程序、步骤外，还深受世界各国、各地区、各民族的文化传统、知识结构、科学技术水平等因素的制约。人们对灾害危险的认识在很大程度上影响着危险的识别和后继防灾工作的开展。美国芝加哥大学、多伦多大学和克拉克大学的著名学者专门研究了人类对灾害危险的认识问题。美国的加利福尼亚是世界著名的地震危险区，有圣安德列斯大断裂横贯全州，被美国科学家称为一个随时可能爆炸的定时炸

弹。尽管如此，不仅很少有加利福尼亚人把地震危险当作搬迁的重要因素，而且自 1906 年 4 月 18 日旧金山发生 8.25 级特大地震之后，成批的人群仍不断地涌向旧金山和洛杉矶，尽管他们明知将生活在地震危险带上，尽管他们当中甚至还有许多人亲身经历了多次恐怖的地震，但是，在对灾害危险的不同认识背后，经济的优劣仍主宰着人们的选择。90%的夏威夷人都认为，比起火山口附近肥沃的土地来讲，火山爆发的危险算不了什么；有50% 的夏威夷人认为，他们最怕的不是火山的爆发，因为他们对失去生命并不恐慌，反倒是怕失去他们的土地和财产。不同经济实力的国家，诸如发展中国家和发达国家，对灾害危险的评估在认识程度上和认识角度上有很大的差距。在发展中国家，解决温饱仍是国计民生的头等大事，人们迫切追求经济的增长，往往对各种灾害的危险性漠然视之，缺乏应有的警惕和防范。如长年遭受干旱威胁的尼日利亚北部地区，人们都亲身体验到干旱这一显著的灾害危险，却看不到人口毫无节制的生育给当地环境资源特别是土地资源所造成的过重压力，看不到森林砍伐、草场破坏、耕种过度等不合理的行为和气候干旱之间更为深层的内在联系。饱尝热带风暴劫难的孟加拉国人世世代代居住在水灾、风灾频繁的海湾，一方面是由于当地严重的本土风俗观念；另一方面则由于他们不愿丧失土地和渔业，两者历来就是他们维持生计的命根子。大部分人则由于人口密度过大，没有其他选择的余地，只能呆在危险区，等待一次又一次的台风袭击。相比之下，发达国家则普遍把恶性交通事故、全球环境污染等各种社会灾害和人为灾害的危险看得比水灾、风灾更为重要，而且更为关注全球性的灾害危险，诸如"温室效应"、"臭氧空洞"、酸雨等。

灾害危险识别必须依靠现代的科学技术和方法，通常有三

种方法：筛选、监控和诊断。灾害危险的筛选是应用标准化程序对灾害进行寻找、分类并按其危险概率及强度加以排列的过程。经典的筛选办法是列出各种危险清单，在此基础上进行潜在危险分析，从而按危险大小排出某一地区可能面临的灾害序列，最后筛选出危险最显著的灾害作为评价的重点。危险的筛选需应用聚类分析、参数相关分析等数学手段，使筛选过程定量化和规范化。灾害危险的监控是对灾害危险的调查、监测、记录和分析的循环过程，特别是对那些可疑灾害危险的核查和解译更需长期的监测和追踪分析。监控的目的旨在监测某些灾害危险临界指示体的变化、灾害条件的积累及防灾系统的易损程度。灾害信息的收集和处理是监控的关键。我国这样一个多灾大国，迫切需要建立一套适合我国特点的灾害危险信息处理系统，并且根据地理位置、工农业布局、人口分布、经济状况等情况形成多等级、多层次的灾害监控网络。在"六·五"和"七·五"期间，我国着手进行了自然资源信息系统和环境信息数据库的研制工作，已为我国灾害危险数据库的建立打下了基础。灾害危险的诊断类似于医生看病的过程，是对灾害与前兆的相互关系及灾害的可能后果的分析和判断。主要的诊断手段是根据实际调查情况编制事件树和失误树，将危险因素及其引起的一系列致损事件的逻辑关系形象地表示在树枝状图上，通过失误树识别灾害产生的原因和条件。1989年1月上海安顺路某居民楼的爆炸事件需三个条件共存时才能发生，即管道破裂、煤气泄漏并达到一定浓度和点火引爆，若缺少一个条件，爆炸就不会发生。但管道的破裂又具有多种原因，如地面沉降、载重汽车通过路面压坏煤气管道等等。如此追踪下去就可把危险的因素调查清楚，然后有的放矢地对类似事故加以预防。

灾害危险识别的上述三种方法都包含三个过程：推测原因、

鉴别因素和仔细检查。三者之间可形成一个相互关联的循环系列，如图 5-3。

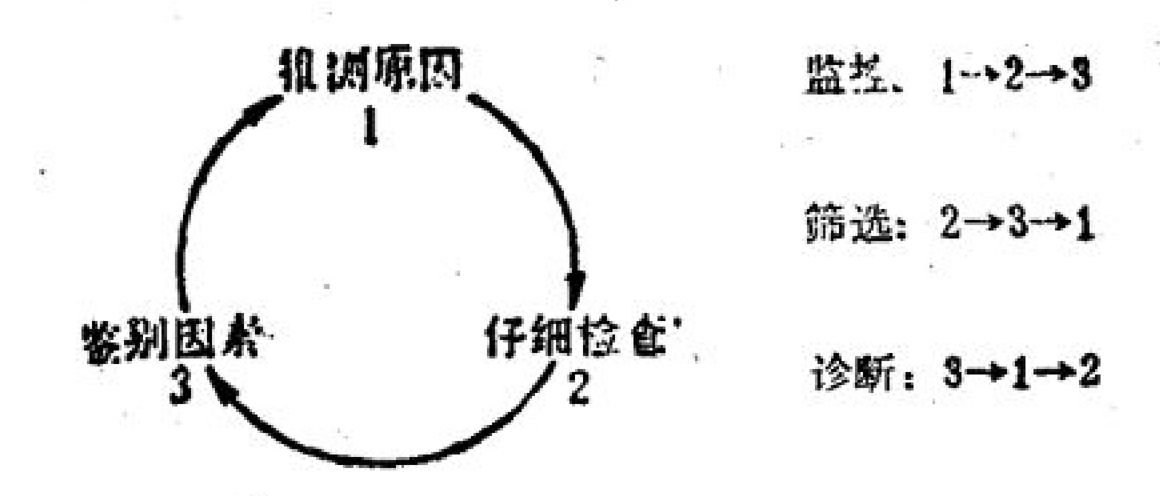


图 5-3 危险识别的方法

在实际工作中，上述各种方法可同时应用，相互取长补短，力求全面和合乎实际。目前，灾害的危险识别普遍存在以下四个问题：① 缺乏危险识别的系统理论，需大力完善和发展统计科学，建立灾害危险分类指标体系；② 某些重大灾害危险常被忽略，特别是那些潜伏时间长、不易在短期内察觉的弥散型灾害危险；③ 危险识别存在各种人为偏差；④ 因收集无效数据和信息处理不当致使花费太大。这些问题都需在今后的研究中加以注意，并随着研究的深入加以克服。计算机将是危险识别的必备工具，危险识别的全过程均可在编制的数据库上完成。数据库的应用不仅使危险识别的费用和时间大大节省，也使危险识别过程的标准化和国际间灾害危险的比较成为可能。

第三节　灾害危险的预测

灾害危险的预测是对已识别危险的度量。它可以是定量预测，也可以是非量化的或非统计的估计，即定性预测。按预测时间的长短，灾害的危险预测可分为长期的、中期的和短期的三

种。长期的危险预测是对5～10年乃至更长时间内灾害危险变化趋势的预测，是制定危险管理长期发展规划的依据；中期危险预测是对1～5年内灾害危险变化趋势的预测，是制定地区五年发展规划的依据；短期危险预测则是对一年内灾害危险的预测，由于短期危险预测的预测时间短、范围小、预测结果具体，因而它是保险业、民政部门及其他行业制定危险管理年度具体计划的依据，是灾害危险预测的重点。灾害危险的预测是灾害危险性评价的关键，它需要具体回答：①灾害发生的可能性（概率或周期）；②灾害产生后可能引起的损失程度；进一步的要求是正确预测灾害发生的具体时间、范围和强度。灾害的危险预测事关人类未来的生存和发展，必须以大量的客观事实为基础，以科学的预测方法为推断手段。预测者除了应当掌握灾害学的基本原理外，还需掌握统计学、概率论等数学理论和计算机技术，并发扬多学科协作的精神，才能攻克灾害危险预测这一难关。

灾害危险的预测方式主要有预言、直感判断和推断等三种。严格地讲，预言和直感判断都不能称之为科学的预测方法，因为这二者往往借助于神话和超自然的力量，缺乏客观事实的量的依据，因而它跟个人的直感一样带有明显的随意性。预言是最古老的预测，但由于预言带有文学色彩，易被历代的文人墨客反复引用，故在社会上流传较广，影响颇大。如在当代西方颇为盛行的诺查丹玛斯恐怖大预言就是一例。尽管预言只是一种并没有科学根据的猜测，我们不可轻信，但面临愈来愈不安宁的地球，我们迎来的将很可能是灾难频频的21世纪。因此，科学的灾害危险性预测显得尤为重要。

灾害危险预测的基本思路是将历史上的灾害事件视为一系列的循环事件，以过去的经历推断将来的灾害危险性。但这并

不能给出将来灾害发生的具体时间和空间范围，为此需要进一步探讨灾害产生的能量、物质和信息流变化规律及灾害机制，修正预测模型。一方面，由于气候、环境诸自然要素的改变以及历史记录的明显偏差和不完整，过去发生的灾害在将来不一定发生；另一方面，将来发生的某些灾害特别是人为灾害，人类尚无直接的经历，这是目前灾害危险的定量预测进展缓慢的根本原因。

但我们相信，灾害作为一种自然现象，应当符合一定的自然法则。如洪灾的产生就服从泊松分布、对数正态分布或极值分布；而且统计资料表明：自然灾害比人为灾害的发生频率小，但危险强度大；相反，人为灾害的发生频率高，而危险强度小，每次造成的损失相对较小（见图 5-4）。总的来说，重大灾害往往是小概率事件，而一般灾害往往是大概率事件。所以，对于不同种类的灾害，应采用不同的危险预测模型。

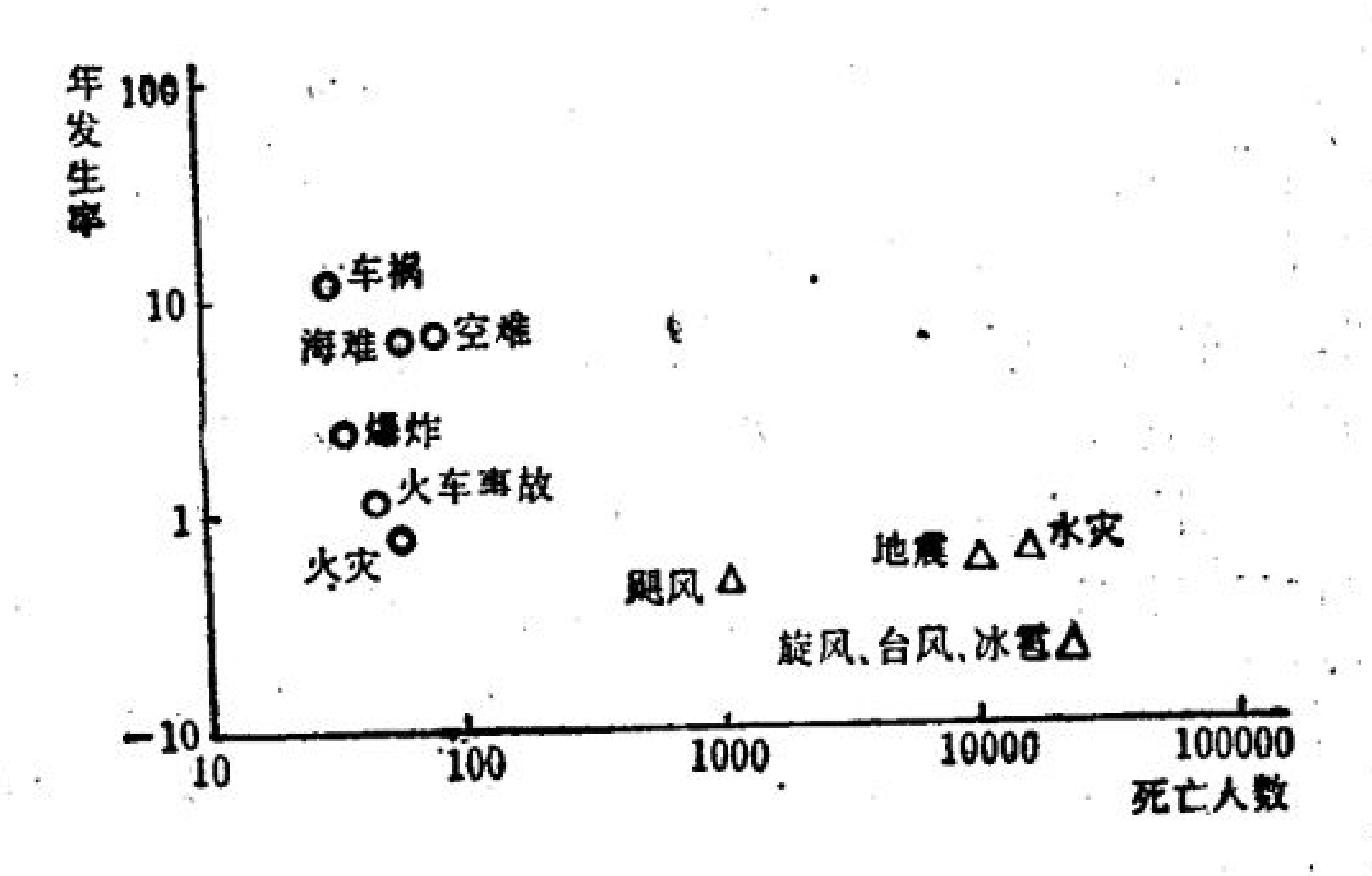


图 5-4 全球人为灾害和自然灾害的比较（死亡 30 人以上的灾害统计）

灾害危险的预测方法有因果预测法、时间序列法、历史类推

法等。预测结果的表达可采用数值和图示两种形式。数值法有分值和概率值二种方法，前者通过对某系统各指标的评分，得出表征灾害危险大小的分值，分值越大则灾害发生的危险越大，此法主要用于人为灾害的危险预测；后者则通过计算，给出灾害产生的可能概率，这在自然灾害危险的预测方面应用较为广泛。对某一灾害来说，需给出它的危险率和危险强度值；对区域的灾害危险，则需提供灾害危险的总期望值和损失分布等数值。相比之下，灾害的危险图具有综合、直观和形象的特点，应用更广泛。危险图由一系列单因素等危险线图及区域的综合灾害危险区划图组成。

苏联以灾害危险的组合影响为依据，划分出四个等级的"危险区域"：①能造成人员死亡及严重经济损失的"灾变性自然灾害区"(如地震、火山、海啸危险区)；②很少引起死亡但有明显经济损失的、尤其对工业生产有较大影响的"破坏性自然灾害区"(如地震、崩塌、泥石流、水灾、飓风危险区)；③"危险的自然灾害区"(如干旱、水灾、滑坡危险区)；④主要能引起农业损失的"地带性自然灾害区"(如大风、暴雨、雾、雪暴危险区)。灾害危险区划工作的进行不仅为灾害防御提供了直接依据，也为工农业合理布局、城镇建设规划的制定提供了科学依据。

图5-5是某地区的雪崩危险图，图中标出了雪崩的危险区和等危险线，为该地区土地规划和雪崩防御提供了直接依据。再如美国的洛杉矶历来被称作灾害频繁的危险城市，科学家们从70年代起全面评价了洛杉矶的地震、滑坡、水灾等各种灾害的危险程度，并编制了相应的灾害危险图。图5-6是洛杉矶滑坡区划简图，图上标明了断崖及滑坡区的位置；图5-7则是洛杉矶的地震危险图。我国的灾害危险图编制工作已陆续开展，水力水电科学院正在开展黄河分洪区北金堤滞洪区危险图

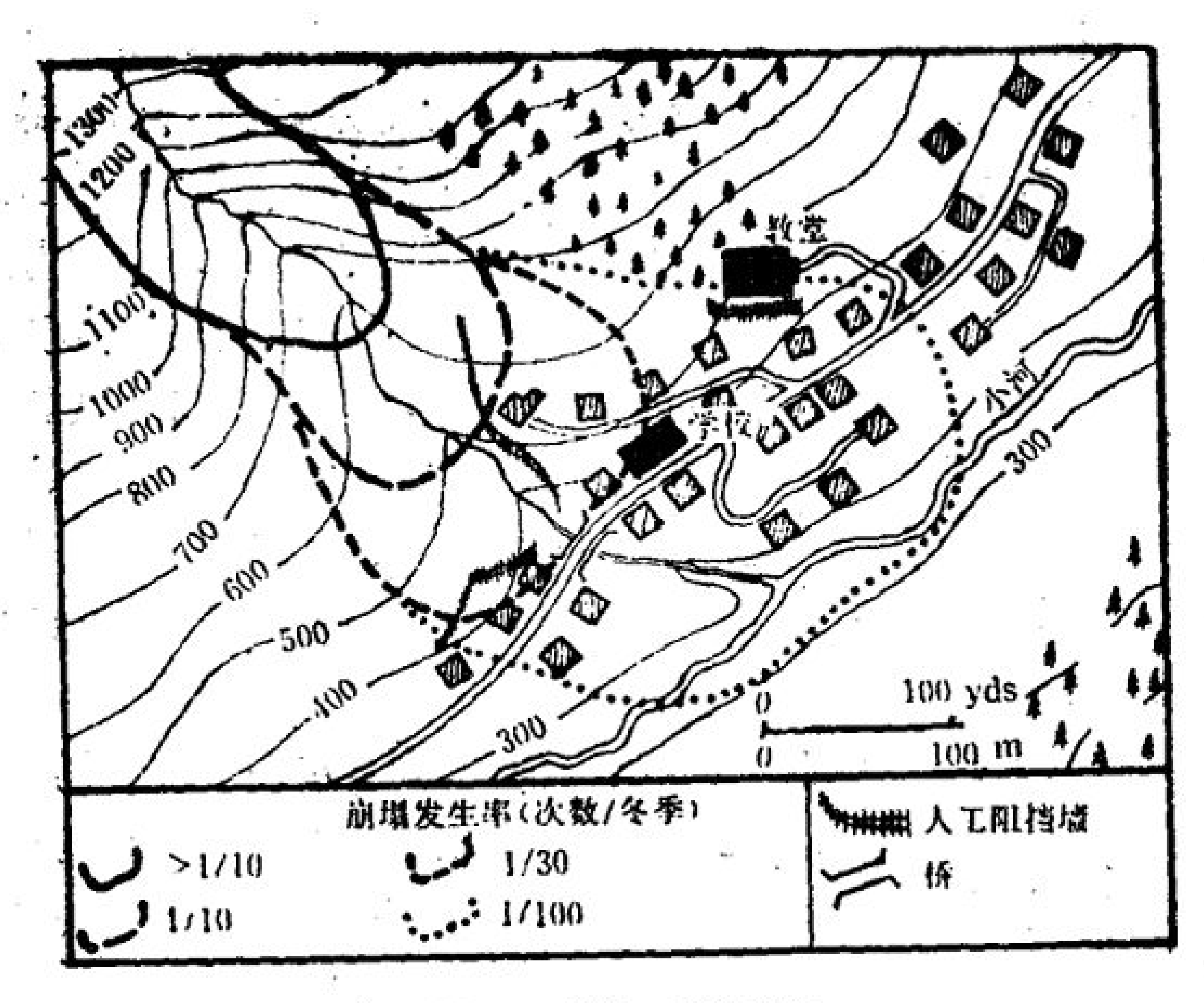


图5-5　某地雪崩危险图

的编制，其他各类灾害的危险图亦在编制中。灾害危险区划图的编制将对我国的灾害防御起积极的作用。

地震的危险预测是灾害的危险预测面临的重大课题，也是历代科学家为之呕心沥血并试图解决的一大难题。地震也是美国洛杉矶及整个加利福尼亚地区所面临的最大灾害危险，在1857～1952年的近100年间，该地区发生过3次大地震，震级分别为里氏8.5级，8.3级和7.7级。自1959年起，加利福尼亚地区已出现了以帕默达勒为中心的地面凸起，到1975年已隆起25厘米，共约10亿吨的岩石。据1923年的东京大地震和1964年新潟地震的记载，地壳凸起可视为地震的前兆。故此，320位科学家和技术人员经过详细的分析研究后指出：圣安德列斯断层在逐年位移，帕默达勒地区的应力也在逐渐累积。

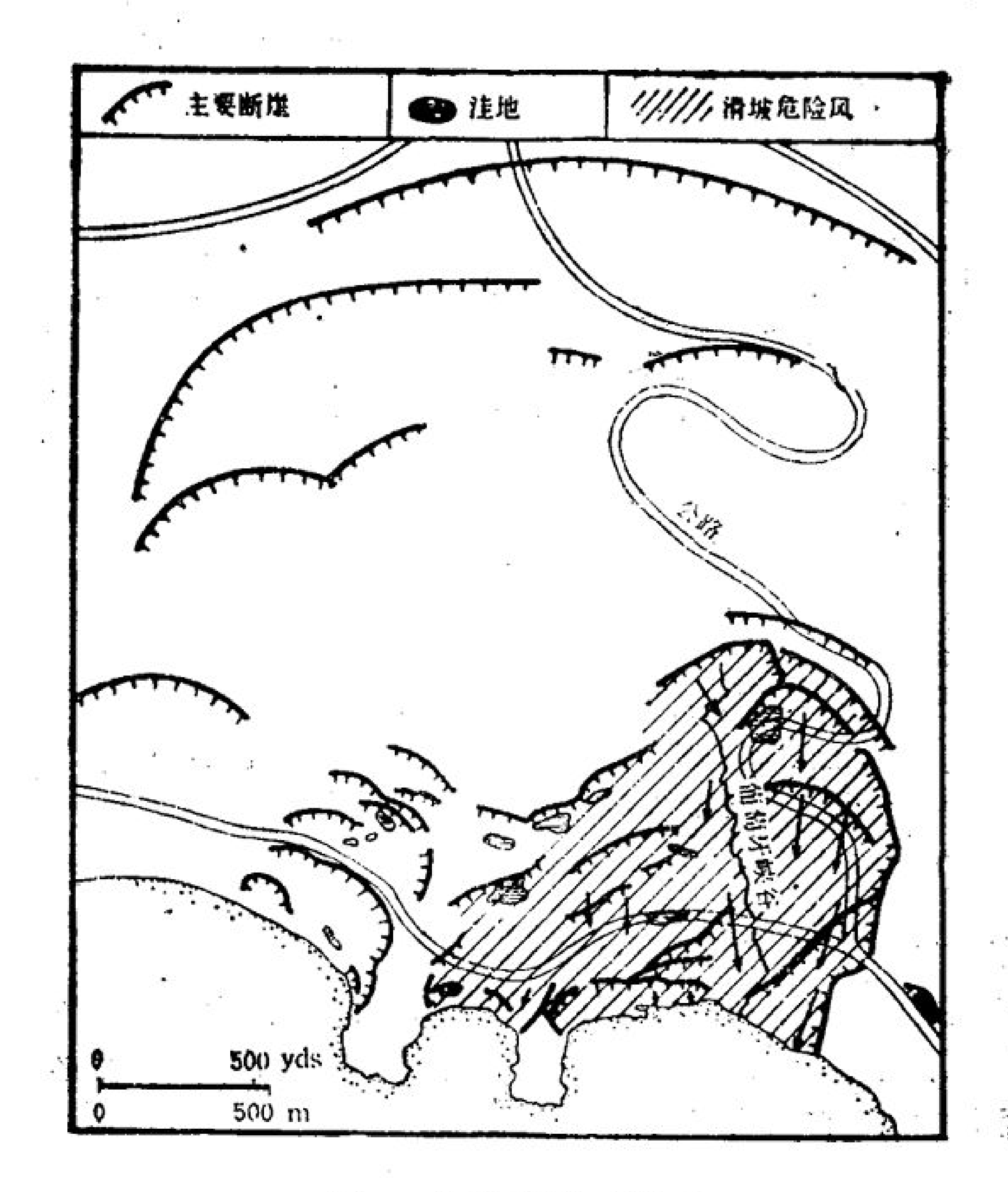


图 5-6　洛杉矶滑坡区划简图

计算机的模拟结果预测：加利福尼亚地区可能在不久发生一场以帕默达勒为震中的、影响半径为35公里的大地震，其能量相当于 1906 年加利福尼亚的 8.25 级大地震，而洛杉矶的大部分城区都在这一影响范围内（参见图 5-7）。但这次地震发生的确切时间尚难以预测，仍需通过仔细的前兆监测及分析加以确

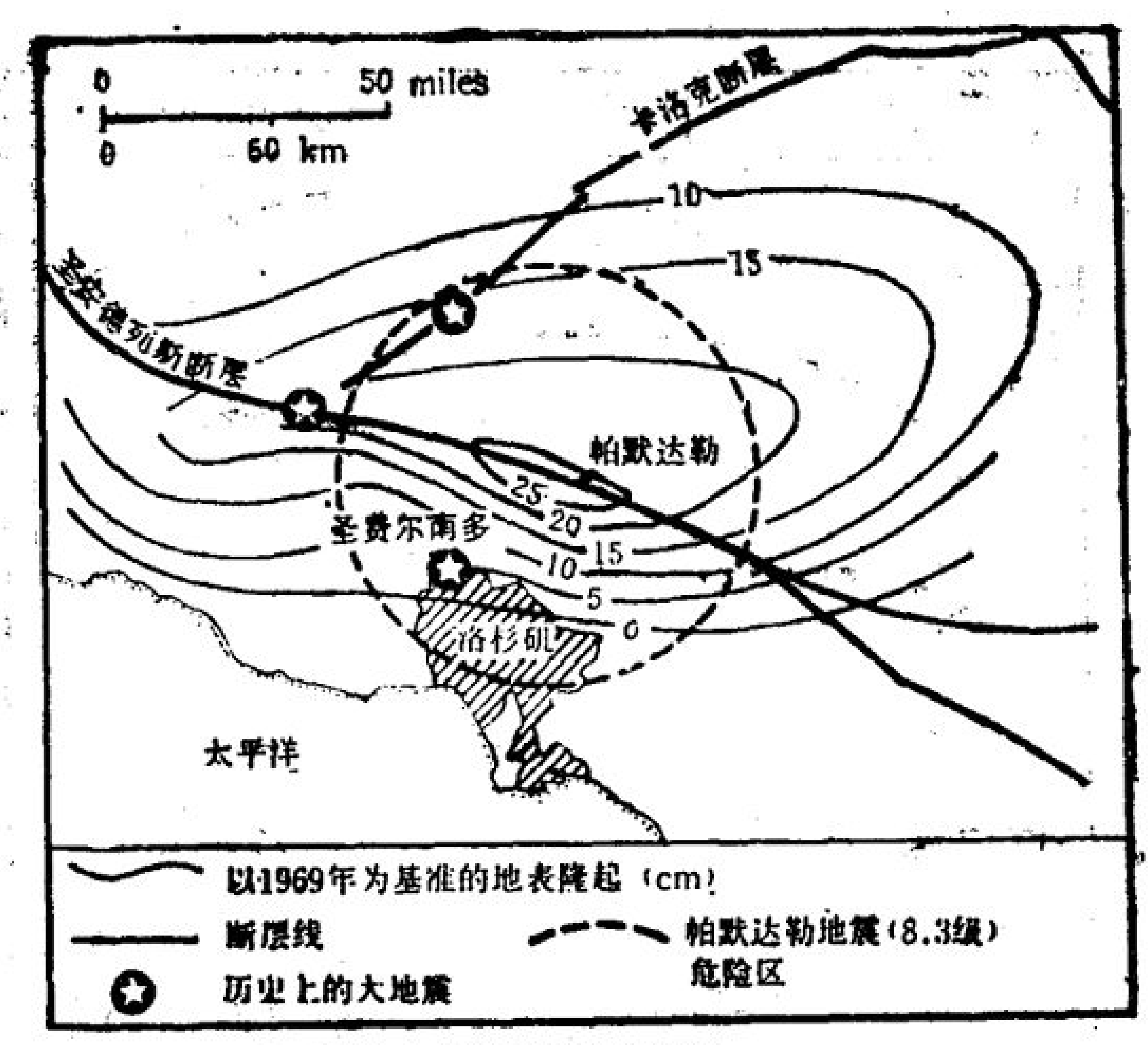


图5-7 洛杉矶地震危险图

定；并且届时应有足够的时间让居民撤离高层建筑和医院、学校等重要设施，关闭核电站，切断输油管道，降低水库水位，否则后果不堪设想。因此，危险预测的责任极其重大，任何微小的疏忽或偏差都会酿成人间惨祸。

我国是一个多地震国家，本世纪以来已先后遭受多次灾难性地震，包括8次8级以上特大地震，使我国蒙受了巨大的经济损失，仅唐山大地震的损失就高达300亿元。1988年以来我国的耿马、澜沧及四川巴塘等地又连续发生多次强烈地震，预示着我国已进入自1966～1976年之后的又一个新的地震活动期。准确、科学地预测预报我国从现在到本世纪末10年间的地震危险性，以预先制订出相应的防治对策和准备好必要的补偿基金，对

确保我国多震区经济的正常发展和人民生活的稳定具有重大的意义。建国以来，我国曾成功地预测了1975年的辽宁海城地震并及时采取了防治措施，从而在这次7.3级的强震中至少减少了40亿元的经济损失，减少伤亡10万余人；我国还成功地预测了广东新丰江水库的6.1级地震，并及时将水库大坝的抗震烈度从原来的6度加固到8度，使大坝成功地经受了烈度为8度的地震考验，从而避免了一场大灾难。这二个成功的事例不仅使灾害预测获得了巨大的经济效益和社会效益，同时使我们增强了地震危险预测的信心。综合分析我国52个主要城市的历史资料和地震活动现状，预计总的地震危险期望率为0.3‰。1966～1976年这11年是我国本世纪以来地震最为活跃的时期，其年平均地震损失约为21亿元。由此推断，1989～1999年这11年中的年均地震损失一般不会超过21亿元。如果这一推断成立，以过去地震损失的统计误差为5%估算并忽略物价上涨因素，同时假定随经济增长而加重的地震损失与随抗震技术提高而减轻的地震损失两者基本抵销，则今后11年间我国地震总损失约为$21\times0.95\times11\approx219$亿元。换言之，在今后的5～6年内，我国为防治地震这一项自然灾害就应准备约219亿元的巨额基金，而我国目前用于所有重大灾害的补偿基金尚不足30亿元。面对如此大的基金缺口，仅靠保险理赔显然是不够的，必须把预测和自保、财政、保险等有机地结合起来，提高灾害预测的准确性，不断扩大地震危险区的承保面，才能最大限度地减少和避免灾害损失，保证重大地震发生后灾区人民能迅速地重建家园，恢复生产。

第四节　灾害危险的社会评估

所谓灾害危险的社会评估，即对危险预测结果和危险管理决策的评估。如果说危险识别与危险预测是灾害危险强度与后果的度量，那么，社会评估则是实现这种度量的手段。从根本上讲，社会评估是对灾害危险的比较分析，其目的是科学地建立一整套描述灾害危险的参照体系，使危险性评价结果具有可比性，并进而形成危险评价的标准体系。危险的社会评估直接为政府执行部门提供危险管理的决策依据。灾害危险的比较既可以是不同区域之间灾害危险的比较，也可以是同一区域内不同的灾害危险类型之间的比较，还可以是同一灾害危险类型在不同时间、空间中的比较。社会评估的方法主要有比较危险评价、效益-费用分析和效益-危险分析等。

"比较危险评价"不仅解决了危险标准缺乏时的评价问题，也为公众提供了更直观、更通俗、更易接受的评价结论。如核电站的建立一直是世界各国十分关注的问题，鉴于核污染事故的可能性和危害性，核电站受到各阶层人士的抵制，因此，核电站的危险评价便成了危险性评价的最重要领域之一。美国曾综合地评价了100座核电站的核污染危险性，并和其他人为的、自然的灾害作了比较评价，其评估的结论是：100座核电站的事故危险率比其他的自然灾害及人为灾害的危险率要小100～10000倍，其致死危险率则与陨星坠落造成的死亡危险率基本相当(见图5-8)。这一评估结论使人们对核电站的危险程度有了一个直观明晰的了解，美国核电站的建设也就逐渐为人接受，人们的核恐慌也慢慢消除。

所谓"费用-效益分析"，就是对危险性评价项目及灾害防

御对策的再评估。这是因为在对灾害危险的评价过程中总存在着经济和费用的约束因素，需要我们科学地分析判断评价的必要性和灾害防御的费用与效益，灾害防御决策实施的投资和将带来的危险控制结果，从而决定灾害防御措施是否必要、是否可行，并提出最佳方案。在具体应用费用-效益分析方法时，要根据受体的易损程度和经济状况确定安全标准，并通过计算得出不同等级安全水平的相应防御设施费用，然后进行综合评价，以决定切合实际的可接受的灾害危险水平和相应的防御措施。一般而言，降低一级安全度，就可减少大量的投资；另一方面，降低安全标准，也可能招致更大的灾害损失。据统计，在工程项目的设

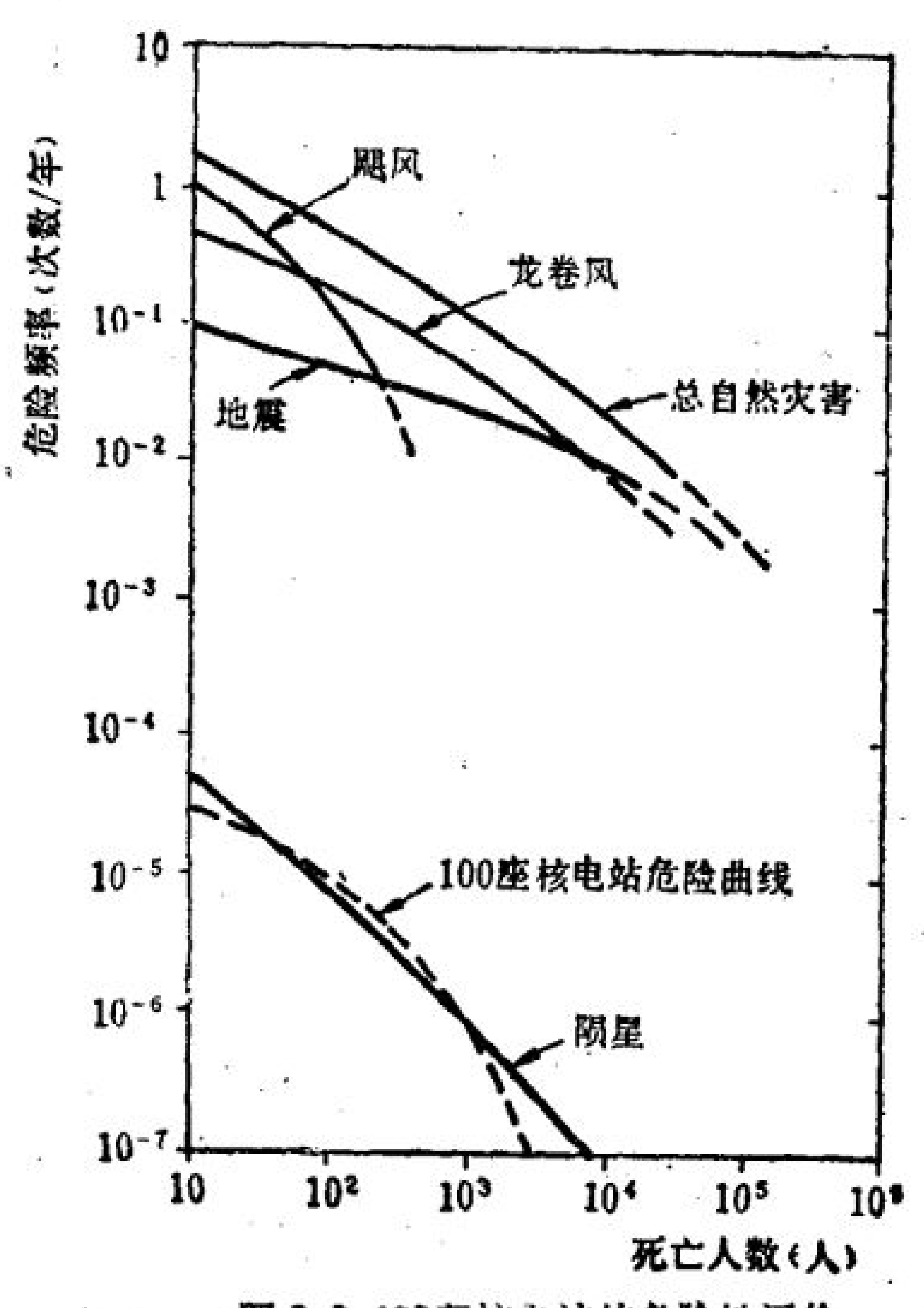


图 5-8 100座核电站的危险性评价

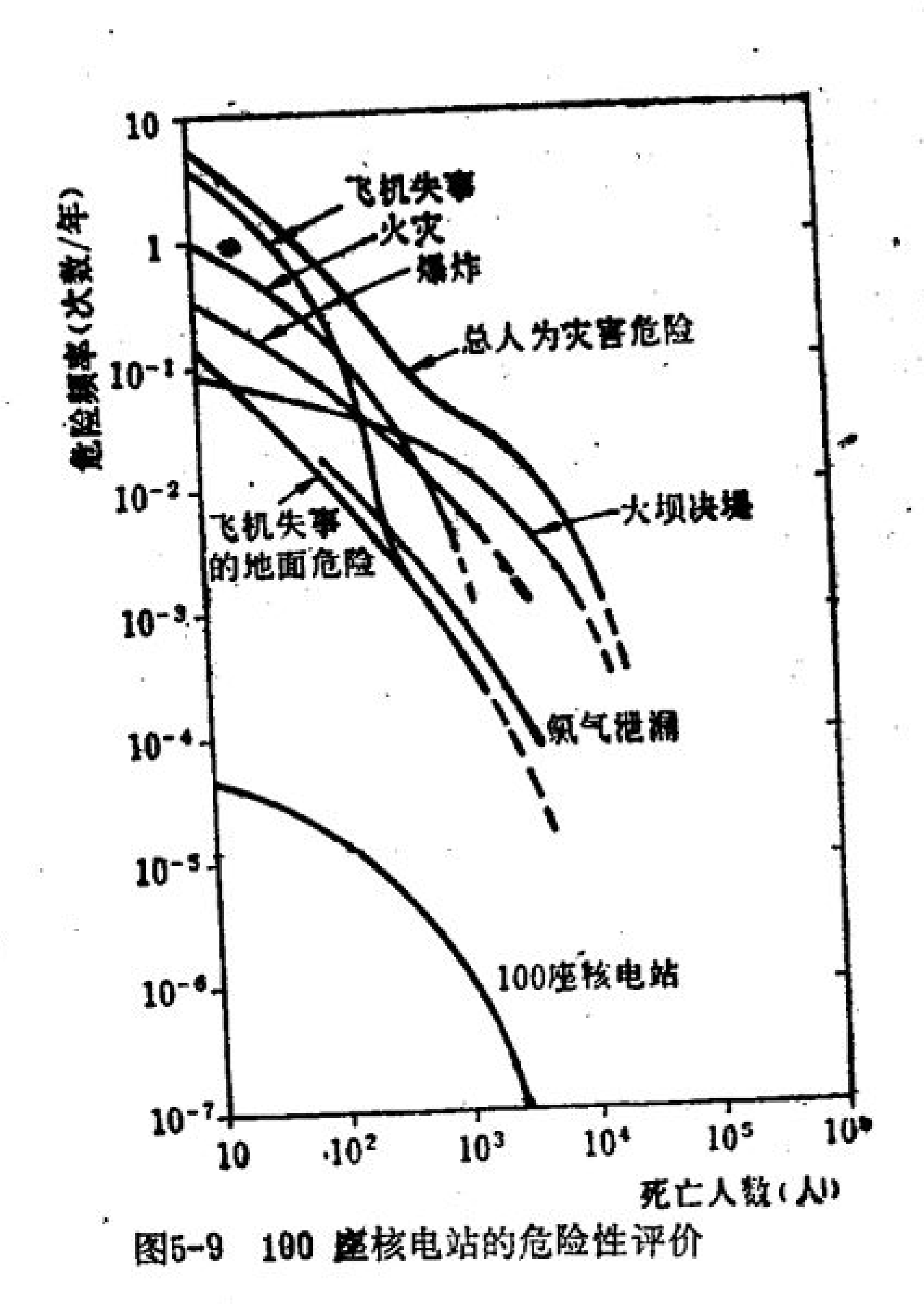


图5-9 100 座核电站的危险性评价

计施工中，考虑抗震设防通常要比不考虑抗震设防时投资增加10%，而且随着抗震烈度的增加，投资金额将大幅度递增，如从7度增加到8度，投资增加5～10%；从8度提高到9度，投资增加15～20%。因此，可接受危险水平的制定要考虑到行业的易损程度和各地区的经济实力，如石油化工行业的危险水平就应比机械行业低一些；发展中国家的灾害可接受危险水平比发达国家可相应高一些。美国、日本以防震工程为主的防灾体系是基于它们雄厚的经济实力；我国以预报、预防为主的防灾方针同样基于我国的经济能力。发达国家的个人致死危险水平现一般定为每人10^{-6}/年，一般灾害的危险水平为10^{-5}/年，如若达到10^{-4}/年

就要拨款预防，超过10^{-3}/年，政府就要不惜代价进行防治。建立适合我国国情的灾害危险标准和与灾害危险水平相应的决策系统，力争以最小的投资获得高效的防灾效果，这在近年来我国压缩基建规模和银根较紧的情况下，显得尤为重要。

“危险-效益分析”是对拟定工程项目及其他大型生产活动（尤其是全球性技术革命）将带来的经济和社会效益，与由此将产生的潜在危险两者之间的比较分析。通常，灾害的危险随着经济的增长而增长，其危险程度通常与效益的三次方成正比。图5-9表明：每当效益增加了，致死的危险率也随之增长。在漫长的历史长河中，人类的每一步胜利的背后都隐匿着自己制造的灾害危险：工业化带来的酸雨、烟雾事件，温室效应以及由此而来

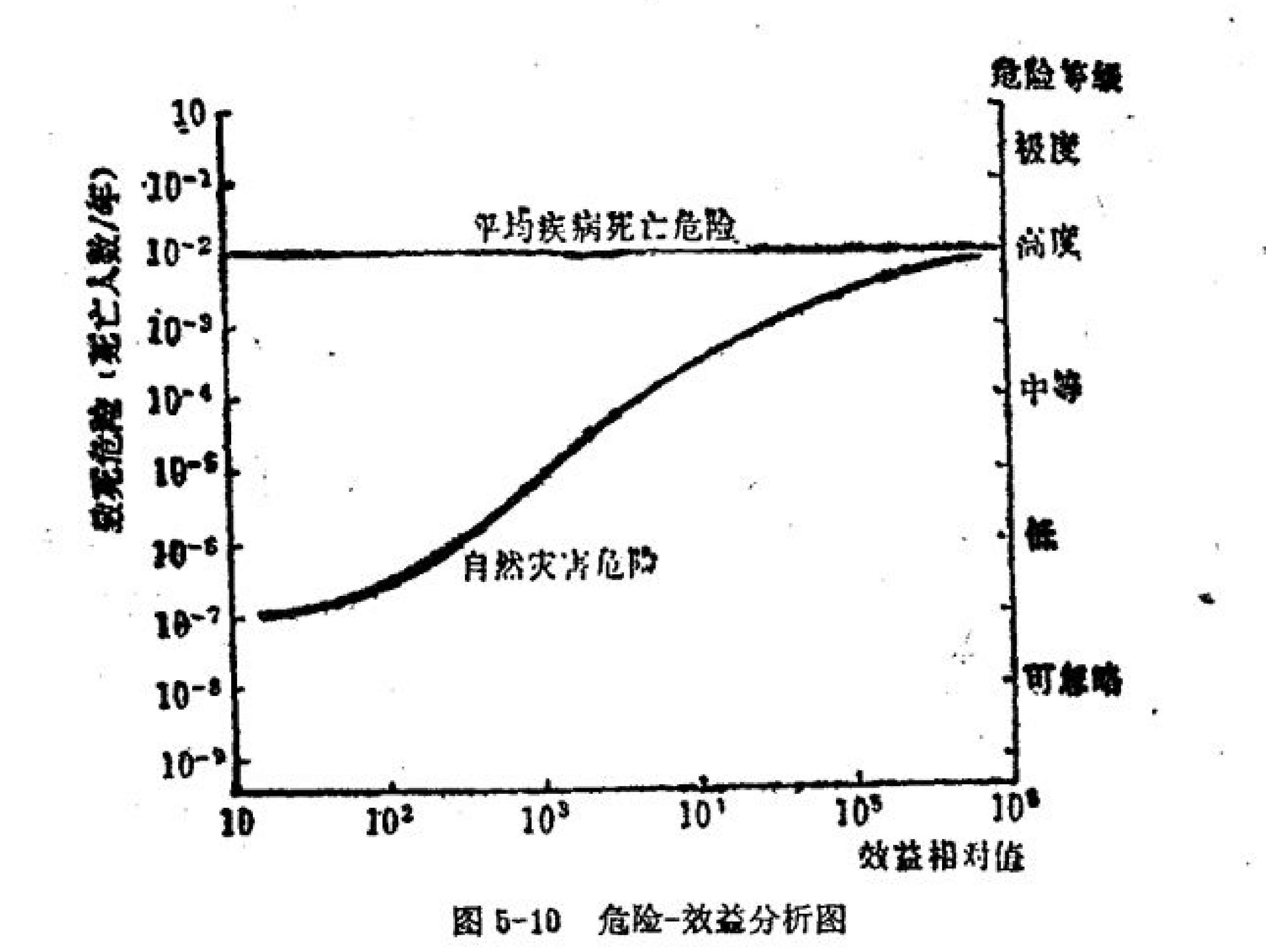


图5-10 危险-效益分析图

的海平面上升、臭氧层的解体等；农业革命所造成的水土流失、

沙漠化、农药泛滥等。人类已有了不胜枚举的自己制造灾害危险的惨痛教训。基于危险-效益分析的客观结果，我们有必要呼吁全社会必须对人类自身的每一个重大行为作出深刻的反思，不断唤起和增强全民的灾害危险意识，为了国家的长治久安，为了人类的长远利益和子孙后代的生存，抵制和克服一切片面追求经济效益、"掠夺式"地开发利用自然资源的错误行为的危险倾向，暂时地牺牲和放弃一些安逸和舒适，去创造社会更为美好的未来。

灾害危险的评价工作是随着灾害研究的不断深入而涌现出来的一项新的研究课题，近年来已越来越受到重视，它的开展在世界各国的安全决策中起到了积极的作用。在实际工作中，危险性评价的各种方法和步骤往往是综合运用和交叉进行的，由于危险性评价体系本身存在的一些尚待解决的技术问题，灾害危险性评价的具体方法和效益有待改进和提高。为此，在灾害的危险性评价工作中必须特别注意以下几个问题：①由于基础数据的缺乏以及灾害发生机制研究的欠深入，导致危险性评价结论的不确定性，评价的实际效果尚不明显，特别是那些危险概率小而危险强度大的灾害的评价可靠度亟待提高。基础数据缺乏时的不确定性定量评价工作应受到重视，为减小危险性评价的不确定性，评价结论可用范围值而不是用单一的数值表示；对不确定因素亦可评价其对结果的不确定性贡献大小，以提高评价结论的可信度。②由于灾害的危险性评价难度大，费用较高，目前我国尚难以全面开展此项研究，可选择典型地区的典型灾害率先进行危险性评价，并积极研究和推广简化的危险性评价方法。③危险性评价必须注重评价者与决策者之间的关系，使危险性评价真正进入决策领域，并逐步确立其法定地位。④灾害的危险性评价应直接面向社会，尽量用简洁、通俗的语言向

公众报告评价结果，鼓励人民积极投保。灾害的危险性评价不仅要为防灾救灾提供决策依据，还应对提高全民的防灾意识和环境意识作出贡献。

目前，该项研究正朝着二个方向深入进行：一是建立各类具体的数据库和预测模型（包括暴露模型、损害模型和计算模型等），力求各种预测方法和评价技术的标准化和系统化；二是灾害评价的系统设计，力求把各种数据库、预测模型及损失分析方法有机地结合起来，编制评价报告的自动生成程序，以增强灾害危险性评价的实用性、灵活性和开发价值。可以预计，随着我国灾害研究及防治工作的全面开展，新兴的灾害危险评价性工作必将得到迅速的发展，并在我国的灾害防治中作出重要贡献。

第六章

灾害的预防

灾害的预防是人类和灾害作斗争的一个重要的方面，它不仅需要投入大量的人力、物力和财力，而且还需要建立一整套专门的研究机构和测报系统，并开展广泛的社会协作等。因此，必须对灾害的预防进行效益分析。大量研究实践表明，灾害的预防除了具有巨大的经济效益之外，还有极其重要的社会效益。如果说灾害造成的经济负担是由受灾体或致灾体承担的话，那么灾害的社会负担则将由全社会承担。所以，灾害预防的社会效益是极其重大的。

要做好灾害的预防工作，除了进行效益分析外，还须掌握灾害形成和演变的特点和规律，努力提高全民族的科学文化素质，培养全民的危机意识，提高整个社会对灾害的承受能力和应变能力，并建立和健全各类监测、预防机构和系统。唯此，人们进行灾害预防就有了社会心理保证和组织保证，才能做到科学预测和科学预防，从而将灾害的发生及其危害减少到最低的程度。

第一节 规律性探寻

灾害是人类生存和社会发展的大敌。减轻灾害损失，摆脱

灾害痛苦，是人类自古以来就梦寐以求的。减轻灾害损失的最佳方法，当然是洞察各种灾害发生发展的规律，进而有效地预测、预防。俗话说："预则立，不预则废。"由此道出了灾害预防的极端重要性。而要预防灾害，就首先必须对灾害的性质、类型有一个科学的认识，以便于探寻灾害形成和发生的规律性。

(一)灾害的一般特征

对灾害形成、发生的大量研究表明，灾害具有如下六大特性：

1. 危害性。系指灾害会给国家、集体和个人带来各种难以想象的灾难性后果，从而酿成社会的和环境的重大损害乃至直接威胁人类的生存。这是灾害的主要特征。如1988年3月15日，哈尔滨亚麻厂的梳麻、前纺等四个车间突然发生重大爆炸事故。十几吨的机器设备被气浪抛到空中，数十台机床被炸得东倒西歪，四个车间1.3万平方米的厂房和400多名职工顷刻间被包围在熊熊火海之中 共造成58人丧生，177人受伤，直接经济损失达881.9万元。类似于这样的灾害性事故，在人们的日常生产及生活中可谓屡见不鲜；而每一次事故的发生都会造成一定程度和范围的社会危害或环境危害。由此可见，灾害总是与危害性直接相关的；正是由于灾害所具有的巨大危害性，才构成了社会系统或环境系统的危机。

2. 意外性。系指灾害总是由意外突发事件引起的，它的发生往往出乎预料、令人猝不及防。即使是诸如全球大气的"温室效应"、海平面上升、沿海城市的陆沉等趋势性灾害，其危害也总是通过全球气候异常、沿海大规模海蚀海侵等突发的形式表现出来的。灾害之所以具有意外性的普遍特征，或是因为灾害的发生难以预料甚至根本无法预料，或是本应预料到的灾害却因受到其他因素的干扰而未能预料到。灾害的意外性通常可表

现为如下几种情况：一是灾害来源于某些在世界范围内还未曾发生或甚少发生的不确定性现象，如美国"挑战者号"航天飞机的爆炸事故、英国伦敦的烟雾事件、日本的"水俣病"事件等；二是灾害来源于某些经常发生的、带有一定偶然性的随机现象，这些现象一般很难把握其发生的地点和时间，如城市火灾、水涝旱灾、重大恶性交通事故等；三是灾害是由完全确定的现象转化而来的，如由于决策失误、管理不善、工作粗心大意，存在侥幸心理等人为因素而诱发的原来不该发生的灾害。灾害发生的意外性特征致使灾害的预防显得极为复杂。

3. 紧急性。系指灾害往往来势凶猛，爆发的速度很快，允许人们作出反应的时间十分短暂，以至于组织和个人猝不及防，难以及时采取应变决策。1987 年 3 月 16 日 7 时 15 分，英国 7900 吨级的大型渡轮"自由企业先驱号"在英吉利海峡突然发生爆炸事故，船体随着一声轰隆巨响迅即向一侧倾倒，大量海水继而灌入船舱，致使整个船体顷刻间翻身沉入大海。整个沉船事件从发生到沉没还不到一分钟，以至船上值勤人员尚未来得及呼救，渡轮就已翻搁在 10 米深的海底了。虽然来自比利时、英国、法国和荷兰的救援人员立即从陆海空三路前往抢救，最终还是造成了 188 人死亡的惨重海难事故。

显然，在这类突发性灾害面前，如果平时没有对灾害发生的必要思想准备和组织措施，要想在灾难突发时大大减少损失，是难以做到的。

4. 并发性。当一种灾害发生时，它常常会诱发或导致其他类型的灾害发生。如大地震的发生除了直接造成建筑物和工程设施的毁坏、坍塌和由此引起人畜伤亡及经济损失外，还常常会诱发火山、海啸、火灾、滑坡、泥石流等次生灾害，甚至还会酿成瘟疫、社会恐惧等衍生灾害。几种灾害的破坏作用一旦叠加

在一起，其危害程度将远远超过单个灾害所造成的危害。出现这种情形的根本原因，就在于事物间存在着普遍联系。世界上本不存在孤立的物质运动，某一种物质运动形式总是与其他物质运动形式紧密关联的。

1854年12月23日，日本本州岛南部地区发生强烈地震，地震又引发了惊人的海啸，海水猛然上升10米，致使著名的"季阿娜"号俄国军舰遇难，以波将金中将为首的俄国外交使团全部葬身海底。海啸还导致岸上8300幢房屋坍塌。在很多情况下，次生灾害所造成的损失往往比直接灾害更大，更难以预测。

5．延滞性。指灾害发生所波及的范围大都很广，上可至天空、大气，下可至大地、森林、海洋，并且它所产生的恶劣后果不易消失，在空间和时间上还会不断地扩展、滞留，从而使人们长期处于危害之中。1986年11月1日夜，位于瑞士巴塞尔城的大化工企业桑托斯公司因仓库失火而导致了30吨烈性杀虫剂、除莠剂和灭菌剂等剧毒化学物质混着大量消防用水一起流入莱茵河，形成了一条70公里长的有毒物质飘浮体构成的淡红水流，迅速向莱茵河下游流去，从而造成了莱茵河的严重污染。11月7日桑托斯公司再次泄污，致使美丽的莱茵河再遭劫难，成了当今世界上最大的一条国际污水道和臭水沟，使沿岸的六国人民深受其害。又如1979年11月10日，加拿大一列连有105节车厢的货车因车轴断裂致使25节槽车倾覆，其中19节槽车上装有丙烷、甲苯等危险品。在火车倾覆引发火灾的同时，一节装有70吨液氯的槽车被炸裂，大量的液氯迅速扩散开来。一般认为，当空气中的氯气含量超过0.1毫克/立升时，人们就会发生抽筋，失明，染上肺炎、肺气肿等疾病。按此标准推算，70吨液氯将形成7亿立方米的有毒气体，可见其危害之大，影响之深远。

6．区域性。指灾害的种类和灾害发生的频率与地理区域

有着惊人的对应关系。换言之，特定的灾害往往发生在特定的地区，如海啸、风灾就常常发生在沿海地区；而特定的地区又往往决定了特定的灾害类型及其发生频率，如处在世界两大地质构造断裂带附近的国家和区域就常常会受到地震和火山的袭击。处于环太平洋火山、地震带上的日本就是一个多火山、地震的国家，而巴西的地理条件又决定了它是一个无地震、无火山的国家。这就是灾害形成发生的区域性。

（二）灾害发生发展的历史性规律

从一般意义上讲，灾害的发生发展有其自身的历史性。在人类的早期，以自然灾害居多，人为灾害则种类少，发生频率低，危害也不大，且引发人类灾害的主体通常为个体的人。到了近现代，随着科学技术的飞速发展，人们对灾害现象的前因后果已经有了很深刻的科学认识，已经积累了防御大自然或人类社会的各种灾害的丰富经验。但令人遗憾的是，随着社会工业化、城市化的发展和人类活动规模的剧增，人为灾害的种类、发生频率以及危害程度也在日益增大，不仅愈来愈多的自然灾害的出现都与社会因素有联系，而且还不断产生许多人工诱发的新灾害，引发人为灾害的主体也由个体的人发展成为群体的社会行为。在人为的局部性灾害的基础上，近几年来又出现了危及全球的社会公害，诸如人口膨胀与城市激增、资源衰竭与能源紧张、环境污染与生态破坏等严重威胁人类生存发展的全球性重大问题，甚至出现了直接危及人类身心健康的新公害，如艾滋病、忧郁综合症以及各种遗传病乃至核战争的威胁等。这一切不仅波及面广、危害性大，而且还在理论上显示出一个可怕的可能性：人为灾害的发生以及人类因此蒙受的巨大代价都将从人类自身的身心开始，可能会发展成为最新、最可怕的社会巨灾。因此，摸索灾害发生的历史规律，研究灾害发生发展的可能趋势，这是灾害

学研究的一个不容忽视的重要领域。人类不仅应当回顾历史、立足现实，而且还要放眼未来，密切关注人类的明天。

（三）自然灾害和人为灾害

从最一般的意义上讲，所有灾害都可以分为两大类型，自然灾害和人为灾害。人为灾害又可进一步分为人类个体行为引发的灾害，以及人类社会行为引发的灾害。

自然灾害的发生，是自然界物质运动变化的一种极端的表现形式。虽然在发生的时间、地点、强度及频率上具有一定的偶然性和人类影响干预的因素，但从总体上看都是不可避免的，是不以人的意志为转移的，具有形成发生的客观必然性。因此，要预防自然灾害，就必须对其成因进行物理、化学、天文、地质等多方面的综合科学研究，在深刻认识和掌握各种自然灾害的本质特征及其形成发生的历史必然性的基础上，才能有效地预测、预防，才能提高预测的精确性和防御的有效性，把灾害造成的损失减小到尽可能低的程度。

人为灾害的发生则是人类社会系统或自然社会综合系统运动发展的一种极端的表现形式。它的发生或是由于人们心理、生理上的极限，或是由于个人及社会行为的失调，或是由于人类对自身及其生存环境缺乏科学的认识而造成的。因此，人为灾害的发生并不都是必然的、客观的和不可避免的，它的产生及其预防都取决于人类和人类活动自身。当然，人们在生理、心理上的极限是客观的，人类对自身及环境的认识具有历史局限性也是客观的。我们在预防人为灾害的同时也须注意到这些客观因素。

如果把自然环境、人类和人类社会视为一个大系统，那么就必须注意如下三个方面的问题（图 6-1）。

1．从自然环境方面看，可分为生态环境和非生态环境，或

资源环境和非资源环境。自然环境本身有其运动变化的客观规律，生态环境和非生态环境都有其维护自身运动规律的极限。如果人类对它的干涉超过了这个极限，就会破坏环境的原有秩序，改变它的发展态势。其结果，要么朝着有利于人类生存与发展的顺向演替方向转变，要么朝着不利于人类生存与发展的逆向演替方向转变，两者必居其一。倘若人类对环境的干涉破坏了环境的自身协调能力，超出了其自身承受的极限，那么灾害就为期不远了。因环境承受能力的崩溃而导致的灾害，既可以是渐进趋向性的，如沙漠化，温室效应等；也可以是突发性的，如烟雾事件、放射性污染等。从根本上说，环境崩溃所导致的灾害都将危及人类的生存。

人类　社会活动

自然环境

图6-1　自然、人类、社会三者的互动关系

进入20世纪以来，人们首先注意到了工业化进程的加剧会导致资源环境的崩溃，由此可能使人类陷入资源枯竭的境地；人们进而注意到了生态环境崩溃的日益严重性，于是开始关注人类的生存处境，各国相继采取了一定措施，颁布了环境监测标准和环境保护法，成立了各种灾害监测防治机构。如美国的大气污染标准，苏联对居民区大气中有害物质最高允许浓度的规定，法国成立的环境管理机构，英国成立的中央级环保机构，日本颁布了公害对策基本法，美国的国家环境政策法，等等。尽管如此，但问题仍然存在。事实上，生态环境与非生态环境、资源环境和非资源环境是有机联系的整体，彼此之间存在着必然的联系。虽然人们实施了环境监测保护，但它实际上只是生态的、资源性的环境保护；对于非生态，非资源性的环境，对于人类来讲尚未发现有直接利用价值的环境，人们都置若罔闻。这种做法

反映了人们观念上的缺陷，它实际上并非明智的抉择，充其量不过是保守性的防御。为了克服这种缺陷，人类应当在加强对生态环境承受极限的研究和监测的同时，重视非生态环境与人类生存关系的研究并实施有效的监测。

2. 从社会活动方面看，全球性公害的发生就是由于人类社会行为的失调所致，所以人们又将公害喻为"社会杀人犯"和"社会伤害犯"。社会行为的不合理、不规范或不恰当，是社会公害发生的根本原因。它突出地反映在政治和经济这两个方面。前者主要表现为国际上不同政治集团、不同社会制度的对立和军事上的冲突，从而导致区域性的常规战争持续不断，国际性的军备竞赛愈演愈烈，世界核大战的威胁依然存在，以及大量核污染日益严重；后者则主要表现为对自然资源掠夺式的开发利用，无计划地盲目生产和消费，以及资本的高度垄断和积聚方式等，从而造成了大量资源的盲目消耗和大量工业废弃物的肆意排放。除此之外，还有世界人口毫无节制的超速增长，城市化进程造成的日益严重的城市发展障碍综合症，等等。所有这一切，都是社会行为失调的重要表现，是造成当今全球性危机的根本原因。

总之，要制止社会行为引发的灾害，就必须对社会行为进行必要的约束和严格的监督。如完善企业行为法规，控制城市化运动的扩大和加剧，推行计划生育，实施有计划的限制性消费，缓解乃至最终消除全球性的政治对立和军事冲突，等等。当然，社会行为也应包括科学探索和技术实践，它们同样也能引发灾害。

3. 从人类自身的情况看，灾害发生的突出表现就在于人类自身生理、心理上的极限。如在人—机系统中，如果系统内的振动和照明或受力超出了人的生理极限，系统就将面临破灭，事

故就会发生。不能不承认，人的视觉系统、听觉系统的判断速度及准确性都是有极限的，人的中枢系统的反映速度也是有极限的。泰勒和加维在1966年曾经指出：不管操作者被训练得怎么好，如果训练超出了人们生理上的能力，迟早会发生问题或导致事故。D.J.奥博尼也曾经针对人的心理极限指出：当人处于紧张状态时，存在着发生人的功能互解的可能。人们心理状态的好坏往往影响着其生理功能的正常发挥；而人们生理状态的好坏又往往是心理状态好坏的一个重要因素。如噪声引起的烦躁就是一种被动的心理状态，它常常干扰人们的正常工作和生活，导致头痛、血压高等生理的变化。专家们指出，这并非噪声的本身功能，而是由于噪声造成了紧张烦躁的情绪所致。当噪声不断加剧烦躁程度以致人难以承受时，事故就将来临了。此外人们自身的素质和接受约束、规范的能力既取决于人们自身的训练程度和所受教育的程度，又取决于人们的性格和习惯。1963年法国的研究还表明，个体的性格特征与灾害发生的概率密切相关。如外向型性格的司机在交通事故及违章驾驶等方面都比内向型性格的司机多。

作为一个大系统，人类自身⟷社会活动⟷自然环境三者之间是密切联系着的，彼此相互影响、相互作用。因此，人们在考虑某一方面的致灾因素时，不要忽略其他方面的影响、作用。

总之，灾害作为一种自然一社会现象，有其自身固有的特性，人们应当予以充分的认识。从历史的观点看，人类尤应高度重视人为灾害在种类、频率及危害程度上都不断增长的趋势，高度重视自然灾害在人类整体行为的干扰下，已由局部的区域性灾害日益发展成为影响整个人类生存与发展的国际公害。从发生学的角度讲，即便是个体行为导致的灾害也是有规律可

循的，人类应深入细致地探讨人的生理、心理极限及人的行为规范化问题，并在此基础上继而探讨宏观的社会行为的规范化问题。人类还应当不断变更关于环境保护的保守、狭隘的观念。灾害的发生、展开过程体现了它的顺序性。人类认识了这种顺序性，就可以有序地安排预测和预控，从而达到防灾、减灾、消灾的目的。

第二节　预防的构成

灾害的预防是一个复杂的综合性的系统工程，它由灾害的监测和灾害的预控构成。前者包括监视和预测两部分内容，后者则表现为灾害爆发前紧急状态下的应变预控和平时经常性的常规预控等两种形式。

（一）灾害监测

所谓灾害监测，系指借助于科学预测技术对行将发生灾害的可能性及危害程度的评估。评估的基本步骤是：首先通过严密监测灾害前兆及其相关因素的活动状况，获得大量零星分散的灾情信息；再经过加工处理后转换为对灾害爆发的可能性及危害性的系统评价；然后再将评价结果或通过经常性的灾害监测报告，或通过宣布进入紧急状态的警报等两种形式提供给领导决策部门参考。其中对自然灾害的监测，包括大气监测、海浪监测、火山地震监测以及太阳活动监测等；对社会公害的监测则有噪声监测、废气监测、环境监测等。

灾害的监测具有监视和预测两方面的功能。其中，监视是对可能引起灾害的各种因素和灾害的各种征兆进行严密的持续观察；预测则是对未来可能发生的灾害类型及其危害程度的估计并在必要时发出警报。监视与预测尽管功能不同，却是互

相依赖的。监测必须以预测为指导，监视什么、以什么方式监视都取决于预测；反之，预测又总是在监视的基础上进行的，预测只有依赖监视提供信息，才能作出正确的灾情估计和预报。

灾害监测的过程通常可以分为：灾害的监测、信息处理、灾害评价、临界判断和给出结果等五个阶段(图 6-2)。

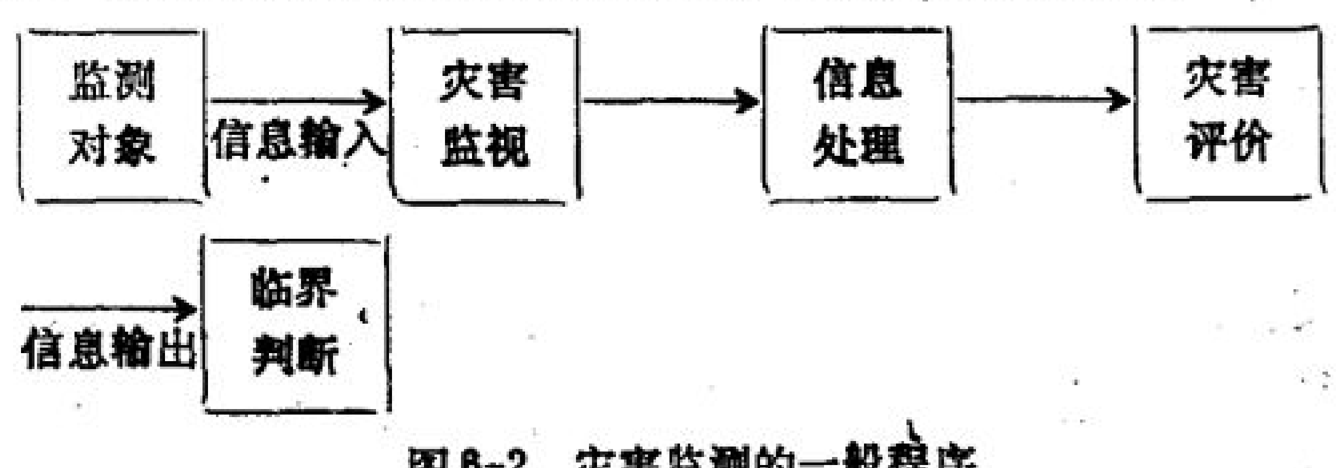


图6-2 灾害监测的一般程序

1. 灾害监视。灾害监视是灾害监测的起点，其主要任务即合理选择监视对象，优化监视点的布局。一般来说，灾害监视的直接对象包括灾害前兆以及可能致灾的相关因素的活动状况。灾害监视的主要作用有：一是对各种可能的致灾因素进行综合分析，以掌握它们的活动状况与灾害爆发之间的关系，进而在灾害发生之前进行预测；二是监视有哪些因素可能导致灾害或与灾害的发生相关联，以便发展和积累预测经验。而选择监视对象、优化布置监视点的标准是：① 关联性。监视对象应与灾害的发生存在着必然联系，或两者在统计上的相关系数较高；② 可监视性。监视对象应具备能实施监视的条件和范围；③ 可靠性。在监视过程中要能够保证获得准确可靠的信息；④ 灵敏性。在监视过程中对监视对象的反应要及时和迅速；⑤效益性。监视费用，一般包括监视设备投资费，日常使用维护费和人工操作费等应尽可能降低。

2. 信息处理。信息处理是连接监视与灾害评价的中间环

节，是指对监视所获得的信息进行处理。其基本内容和步骤包括：①信息登录。这里的信息是关于灾害前兆和相关因素的活动现状的原始资料，登录则是对这些信息进行登记、录制和编制索引。登录的形式有数字、图表、文字、录音、录像以及计算机数据库等；②信息筛选。收集到的灾情信息一开始往往数量很大且真伪混杂，不能直接输送到信息统计中心去，所以必须进行信息的过滤和筛选。在筛选信息的过程中，首先需要鉴别信息，剔除失真与错误的信息，以保证信息的真实性，同时注意寻找异常信息。如果异常信息不失真，就属于情况异常，可能是灾害来临的前兆；其次，需要进行信息分类，即在鉴别的基础上，按信息的重要程度或其他标准加以划分；最后进行信息统计，即对各种分类信息进行综合整理，使之系统化和条理化，力图在整体上反映灾害及灾害系统的综合特征。它是灾害评价的基础和必要的前提。

3. 灾害评价。灾害评价是对灾害形成过程中的发展趋向进行估计、预选，对灾害爆发的可能性及其危害程度作出评估。它是在灾害监视和信息处理的基础上进行的，是整个灾害监测的中心环节，对灾害监测的成败起着关键作用。灾害评价的主要内容和步骤表现为提出评价模型和进行评价这两个方面。目前已经提出的灾害评价模型大致有两种方式：一是从一定的理论或原理出发，推测可能出现的灾害前兆现象，相互关系及强度标志。如苏联科学家提出的“湿扩容”和“干扩容”模型，我国傅承义教授提出的“红肿”假说，都属于对地震进行预测的这一类模型。二是从若干灾害案例中选取可能是前兆的现象，从实践中验证它与相应类型的灾害是否具有内在联系，并找出定量关系。如在地震测报方面，或利用大小地震在时间、空间和强度上的相关性，以小震活动图像预报大震；或利用地面

变形和地壳起动的相互关系精密测定应变量微弱变化，以监视地震前介质运移状态；或在震磁理论的指导下进行定期连续的地磁测量，以捕捉约1%的微弱前兆变化；或利用地下水、动物、地光、地声等宏观异常现象的时、空变化特征预报地震等等。进行评价则是对灾情信息进行定量计算或定性判断，并在此基础上提出意见。

4. 结果体现。结果体现即给出评价意见的报告。报告一般分为两种：一种是经常性的常规性预报，表示情况基本正常或处于灾前量变阶段；一种是紧急性的警报，它意味着灾害的来临。社会各行各业都应在警报发布后立即行动，采取应急措施，抽调人力、物力迅速进入灾害的预控。两种报告的一般研究程序如下：首先，确立临界点，即确立并判断出是否已从灾前量变状态进入紧急状态的分界点。临界点的确定，一般需要综合考虑物质损耗、灾害发生的概率、人员伤亡情况，以及环境影响程度等。然后进行比较，即进行灾情程度评价与临界点的对比分析；最后作出决策。如果程度评价高于分界点则确定为紧急警报，否则就是经常性的常规预报。

从灾害监测的实际效果看，影响人们作出正确的灾害监测的不利因素主要有两个：一是对灾害的发生、形成缺乏完备的科学认识。人们在监测过程中所捕捉的前兆只能是可能性的前兆。而在此基础上使用的分析预测方法虽有一定的物理含义，但总的来说，以统计、类比和外推方法居多，即通过对过去发生的灾害现象和灾情进行统计分析，找出某些统计特征，然后把目前的监测状态与之相类比，以推断其未来可能的演变趋势。问题在于，以往的灾情特征既可能再次成为灾害发生的前兆，也可能由于某些条件的变化而不再是灾害发生的前兆；它既可能出现，也可能不出现。所以说，目前灾害预测的经验性

和或然性特征较强，严重制约着预测的可靠性和准确性的提高；二是人们在预测即将发生于人口稠密地区和政治、经济中心城市的灾害时，就不能不慎重考虑不准确的预测会造成的严重社会后果。这一因素也给灾害预测和应变决策带来了阻力和困难。此外，预测中的信息来源问题，也是一大难题，因为诸如火山、地震等许多灾害的诱发过程及形成机制目前尚难精确地进行模拟实验，而实地考察的可能区域小，监测时间有限，再加上监测技术手段精确度、灵敏度的限制，势必造成灾情资料或信息的不完备和不准确，从而影响预测的准确性。

（二）灾害预控

灾害的预控是灾害预防的另一个重要组成部分。它是在灾害监测的基础上对可能引起灾害的各种因素采取措施，以制止灾害的发生或尽可能减少灾害的危害程度。因此，灾害预控是灾害预防的主体。

与灾害监测的两种结果相对应，灾害预控也有两种具体的方式：一是在发出警报而灾害尚未来临的这一短暂的紧急状态中的预控。这种预控方式的应急性极强，其主要表现或是实施制止灾害发生的方案（多为事先制定好的措施实施方法），或是实施防灾、减灾的紧急方案（多为应急临时措施）。二是进行常规性的灾害预控。这种预控方式通常与日常生活、宣传教育等结合进行，主要包括提高公民的灾害意识和防灾素质，提高社会承受能力，建立和完善监测机构等方面的内容。它是紧急状态下预控方案产生、实施的基础和行之有效的前提。所以，常规性的灾害预控是灾害预控的主体，是灾害预防的关键。常规预控的成败将直接影响到灾害预防的成败，直接关系到面对频繁灾害的人类的前途和命运。

第三节　提高承受能力

灾害的种类及形成发展方式是多种多样的。如果在微观上，公民对灾害本身的特征、性质、形成及发生的过程缺乏足够的科学认识，对个人的行为缺乏合理的约束，缺乏对灾害的应变常识，那么在宏观上，整个社会对灾害就会缺乏全面而有力的监测，从而导致全社会对灾害的应变决策能力低下，不能有效地实施预防策略，导致全社会缺乏对灾害的承受能力。这样，我们也就不可能有效地制止灾害的发生，以达到“防暴于未然”的目的。因此，我们必须居安思危，培养全民的灾害意识；要通过有效的宣传教育，提高人们对灾害的科学认识；要建立健全各项法规、制度，对公民和社会集团的行为进行必要的约束。总之，要增强社会的承受能力，以有效地组织全社会的力量进行防灾、减灾和消灾。

为了提高全社会对灾害的承受能力，可以从以下几个方面着手：

1．充分认识灾害的性质、特征、形成及发生过程，培养和树立全民的灾害意识。

树立灾害意识，即树立灾害是客观存在的，灾害是可以防御的意识，以及灾害信息反馈决策的意识，变害为利的意识等。它是一切灾害防治工作的重要思想基础。1976年7月28日我国发生的唐山大地震，使一个百万人口的工业大城市在顷刻之间化为一片废墟，24万多人丧生。这突如其来的厄运，不仅给幸存者的心灵深处打上了悲惨的烙印，而且在全国很大的区域范围内引起了强烈的地震后效反应。由于我国公民的灾害意识普遍较差，缺乏对地震灾害的科学认识和抵御大震的心

理准备，因此唐山地震发生后全国到处盛传地震谣言和误传地震信息，许多人谈震色变，以致大半个中国闹恐震病，不少地区都引起了严重的社会混乱、停工停产和多起人员半夜跳楼的恐震伤亡，各种宗教迷信活动也乘机沉渣泛起。1976年8月16～22日，我国松潘7.2级地震前后，四川安县汉昌地区的一些不法分子就利用人们因对地震缺乏认识而不知所措的恐震心理，大搞迷信活动。他们大肆宣扬地震是"龙王翻身"、"玉帝发怒"的谬论，并哄骗群众"躲地震只有靠慈船"。毫无地震知识的村民们竟然信以为真，他们砸坏自家的家具，将粮食全部顷洒在房前屋后，以示祭神。在进行了一番自我毁灭的破坏之后，这些不法分子于8月27日晚又将愚昧的村民引至村外水塘前。其中一个不法分子早已预先打着手电筒潜入水中，塘边配合的不法分子便高叫："玉帝的慈船来接大家当神仙了。"诱骗村民们纷纷跳入水塘中。待一阵呼救和挣扎之后，水塘上浮起了41具可怜的尸体，41条生命就这样被葬送在因愚昧无知、盲目恐震和迷信活动所酿成的人间悲剧之中。由此可见，为了有效地防御灾害，就必须树立灾害意识，端正对灾害的认识，做好必要的心理准备，将防灾、减灾、消灾的工作建立在科学的基础上。

2. 在全社会广泛宣传有关灾害成因和前兆的科学知识和常识，提高人们对灾害的预防能力。

有人存在的地方，就有发生灾害的可能；但也正因为有人存在，所以才有可能预防灾害。而向群众普及灾害成因及前兆的科学知识，就是一种预防灾害的有效措施，它可以提高公民监测灾害的素质和防灾、抗灾的能力。譬如，动物活动异常就是地震发生前的一个重要前兆。1976年我国松潘地震前夕，平武县一位农民家的家犬一反平时温顺的态度，突然变得活跃

起来，起初它整天在院内东奔西跑、到处乱嗅，仿佛发现了什么秘密；8月10日以后，则每晚呜呜哀叫不止，致使对地震一无所知的主人大怒。8月16日，家犬的闹剧越演越烈，自窜乱跑乱跳，窜上厨房，对天狂吠不止，晚上继而开始刨房子，并发疯般地咬住主人的裤脚往外拖，致使主人全家都跑出房屋对之追打。然而，正当家人对家犬东追西打时，7.2级地震发生了，可谓这家犬救了一家人的性命！事实上，如若这家人对地震前兆有所了解和认识的话，就完全可以进行一定范围内的预防，可以使更多的人幸免于难。但遗憾的是，机会从眼前溜走了。因此，加强对灾害成因及前兆的普及宣传和教育，强化人们对灾害前兆的识别能力和判断素质，不仅有利于全民防灾消灾，也有利于灾害监测的不断完善和提高。

9. 建立和健全科学的管理制度和法规，是防范灾害发生的有力措施。

从灾害的成因分析上看，许多灾害，特别是人为灾害的发生并非是不可抗拒的"上天法则"使然，却往往是由于缺乏科学的管理规章制度，法制法规不健全，以至于管理混乱、纪律松散所致。如1988年我国大兴安岭特大森林火灾的发生，可以说就是规章制度不严格、法制观念淡漠的必然结果。据灾后事故调查的结果表明，整个大兴安岭林区灾前约有自由流动人口1.9万余人（其中包括各种刑事犯罪分子53名）。由于用工制度不健全，这批外流无业人员未经审查就被各林场大量录用为临时工和合同工。不仅如此，各林场领导既不对他们进行入山前的护林防火及操作规程的安全教育和技术培训，进山后又不检查落实他们对各项规章制度的执行情况，甚至作业时无人带领和管理，对他们采取了放任自流的态度和做法。再加上许多临时工的法制观念极差，无视规章制度，甚至连"出门不带火，在野

不吸烟”的基本常识和要求也做不到，随处搭锅做饭，野外吸烟以及违章作业的现象屡屡发生，从而给护林防火和安全生产潜伏下了火险隐患。特大火灾发生后，在逮捕的5名肇事者中就有4人是当年从外地流入不久的无业人员。如果严格执行规章制度，切实加强法制观念，教育并制订相应的法纪法规，这场特大森林火灾是完全可以避免的。由此我们可以悟出，严格规章制度和依法管理是灾害防御的行政对策和法律对策，两者须臾不可缺少。只有建立健全各项规章制度及有关法规，实施严格的科学管理并结合思想教育，才能使人们的行为有所依据和有所约束，才能使个人的行为规范化，从而在微观上增强人们防灾、减灾、抗灾的能力。为此，国外已制定了一系列有关防灾减灾的法律条款，我国也已制定了《森林法》、《环保法》等法规，1989年初，国务院又原则通过了《特别重大事故的调查程序暂行规定（草案）》，对灾害防治和事故的调查处罚起了重要作用。此外，我国还迫切需要制定“灾害防治法”等有关法规，以作为全国人民防灾治灾的有约束力的行为规范。

4．切实加强检查和监督。

仅有完善的管理制度和法规还不行，还必须对其实施情况经常加以检查、监督。这是促进管理制度及有关法规规范化和完善化的有力措施。检查监督一方面可以补充现有的法规和制度中尚存在的漏洞或监测方面的缺陷；另一方面又有利于及时查出平时不注意或被忽视的隐患，真正做到防患于未然。因此，加强检查、监督是提高全民素质、搞好灾害预控的重要保证，切不可以为有了法规、管理制度和监测系统，就可以万事大吉、高枕无忧了。

1988年10月22日至11月17日，上海高桥石化公司炼油厂、上海电冰箱厂和上海益民食品四厂在不到一个月的时间内

接连发生了三起重大火灾事故，导致26人死亡，20多人重伤，直接经济损失达数百万元。究其祸根，除了规章制度不严、管理混乱、纪律松弛等原因外，还在于这些厂安全生产的检查、监督没有落到实处，有的厂制定的"巡回检查挂牌"制度根本形同虚设。为了杜绝重大城市火灾隐患，1989年上海市公安局消防处组织了22个检查组分赴各区县，开展了一次为期两周的全市消防安全大检查，结果仅在第一天检查中就发现了各类火险隐情870个。由此可见，加强检查监督对于防治灾害具有重要意义。

5．制定灾害发生的应变方案和善后计划。

所谓灾害的应变方案是指建立在灾害监测基础上的，对紧急状态下的人员组织、物资装备、通讯联络、控制措施以及行动程序等方面的决策性安排。而善后计划则是指灾害发生后对灾区的饮食、居住、救援、医疗、防疫等方面的指导性安排，它是应变方案的补充和后续。应变方案的制定通常在灾害前进行，而善后计划的制定则在灾害之后，它是迅速有效地处理灾害带来的不良后果的组织保证。灾害发生的经验教训一再表明，灾害应变方案与善后计划的制定是十分重要的，也是十分必要的。它们的作用主要体现在能够减轻灾害爆发的决策压力，保质、保量地从容作出决策，能够在灾害发生时迅速进入预控状态，迅速采取行动，尽快控制灾情的蔓延，能够在应变方案的指导下事先演习训练，组建队伍，筹集必备的物资装备；以避免临时东拼西凑，措手不及。

除了上述重大措施外，建立和健全各级防灾救灾系统，积极开展灾害研究等，都是提高全社会灾害承受能力的重要环节，是防灾救灾得以顺利进行的根本保障。任何盲目乐观、麻痹大意、忽视灾害的心态的行为，或惶惶不安，消极被动地对待灾害

的做法都不可取。唯有居安思危，正视灾害，才能有效地预防和治理灾害，不断提高全人类的灾害承受能力，最终达到减灾、消灾的目的。

第四节　建立监测机构

（一）灾害监测的基本原则

常规性的灾害预控，一般由提高全民素质和社会承受能力，以及建立灾害监测机构这两部分组成。尽管灾害监测具有与其他监测相类似的共性，但也有自己独特的个性。正是灾害监测的个性特征，决定了它必须遵循的如下原则：

1. 及时性。防灾抗灾的成效如何，一方面要看应变方案的正确、可靠、可行；另一方面就要看灾害监测所得到的信息及分析结果的及时性。为了提高灾害监测的及时性，需具备以下四个条件：① 建立一个高效能的灾害监测组织网络，理顺灾害监测的组织关系。网络的形成应强调级别与区域的联系，以便上通下达，纵横交错；② 建立完善的灾害监测报告制度和十分通畅的信息通道，以便传播自如；③ 具备能够满足管理要求的数据库及数据处理能力；④ 形成灾害监测结果的规范表达方式，如日报、月报、季报、年报。

2. 针对性。根据灾害成因，灾害监测可分为两类，一类是灾源监测，一类是对致灾因素的监测。针对性是指监测结果应当能够回答灾害的性质、特征；灾害的时空范围；灾害的危害程度及强度，以及引发灾害的因素等。提高灾害监测的针对性必须做到：① 提高觉悟和思想素质，消除监测过程中的脱节、中断，以免监而不测，测而不准；② 发掘、拓新优化监测点，发展和完善灾害监测网络。

3．正确性。它包括监测描述的正确和结果的准确性。它要求监测系统必须具备两种能力，一是说清监测对象之现状的能力；二是说清灾害成因及评价的能力。

4．科学性。监测的科学性取决于以下三个方面：①获得的监测数据、资料的科学性；②综合分析数据资料的方法及规范的科学性；③监测结论的科学性。

为了遵循上述四项原则，提高灾害监测的质量，就应当对灾害监测系统实施优化组合。从理论上讲，它必须是有一般系统所具有的优化特征，其中包括：①性能最佳化。一个灾害监测系统通常都由许多要素和环节组成，如布点、采样、分析等，而任何一个环节和要素都应当要保证其性能的最佳化；②目的相关性。各要素、环节的目的不是绝对独立的，而是相互关联和相互影响的；③目标一致性。各要素、环节的目的虽不相同，但目标只有一个，并且始终如一，那就是预防灾害，减少损失；④动态协调性。任何一个要素、环节乃至整个系统都不是固定不变的装置，它在不同的时间、场合下应有所侧重。需要指出的是，监测系统的优化组合是一个不断摸索的过程，因而优化不是绝对的，它只具有相对的意义。

（二）监测机构设置原则

灾害监测机构是灾害预控的一个基本要素和重要组成部分。每一项灾害监测活动都离不开监测机构，这是组织、实施、管理灾害监测的职能建制，是监督灾害活动的决策机构。

根据灾害监测的基本原则以及监测系统的优化原则，灾害监测机构的设置必须符合下列原则：

1．获取信息的完整性原则。由于灾情信息的构成往往较为复杂，因此信息要力求完整。完整性原则就是指监测机构的组成及设置应有利于获取关于灾害的全部信息。在时间序列上

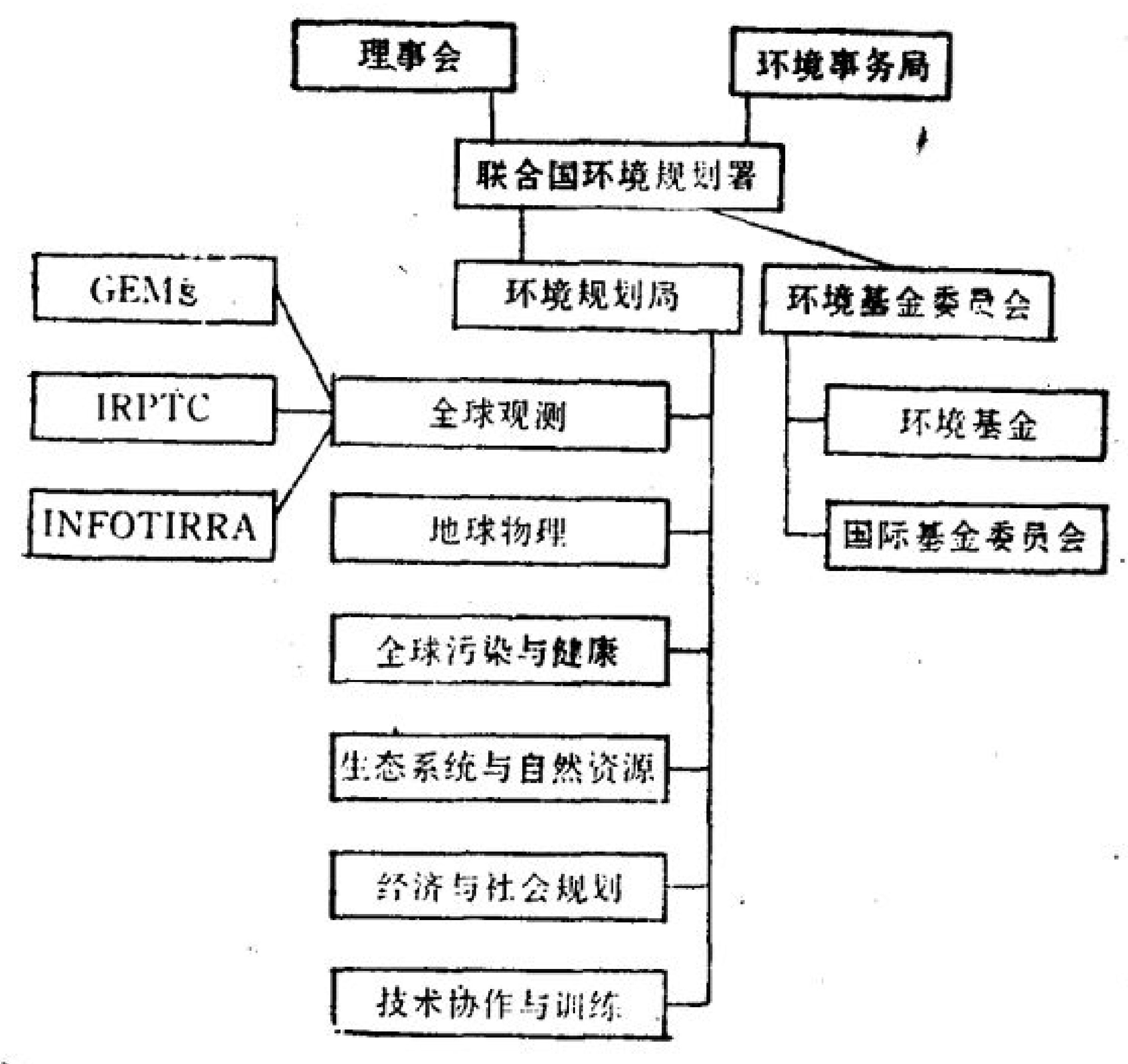
应研究过去，侧重现在，预测未来。

2. 信息运行的流通性原则。信息运行包括监测系统自身信息的运行和获取的监测对象信息的运行。前者有利于系统自身的检查、监督和调整；后者则决定着系统效益的发挥。监测机构的信息运行流通性原则，是指包括系统自身在内的信息能否高速、高效、准确地传输，从而有利于监测机构功能的完善和效率的提高。

3. 机构组成的层次性原则。它包括横向层次和纵向层次。前者如我国各部、委级的监测机构；后者则如全球级、国家级、地区级的监测机构。在现实的监测过程中，能同时满足各种规模、尺度和类型的监测系统是不存在的，因此监测机构具有不同级别的层次和规模。层次越高，机构越庞大，所监测的灾害类型也越多，范围也越广，涉及学科越多，监测技术越复杂，把握的难度也越大。反之亦然。监测机构设置层次性一方面强化了监测的等级，另一方面也易于形成监测网络。图 6-3、图 6-4 和图 6-5 即分别为由不同层次构成的灾害监测机构。

4. 机构设置的系统优化原则。灾害监测机构的主要功能是收集、传输、加工灾害信息并作出预报，而各种灾害信息又总是相互关联的。这就要求监测机构的各条信息途径也必须有机地联系在一起，形成一个完整的监测系统。不成系统的监测机构是难以全面掌握灾害信息，并发挥其有效作用的。但是监测机构的数量及内部构成并非越多、越复杂就越好，监测网点也并不是越密越好，监测网络的疏密主要取决于网络的覆盖面大小，及其综合协调能力和经济效益。因此还必须对灾害监测机构的设置及构成实施最优化，以期最大限度地发挥整个监测系统的效益。

(三)全球监测网络及其形成模式



注：

1) GEMS——全球环境监测系统

2) IRPTC——国际潜在有毒化学品登记处

3) INFOTIRRA——国际环境资料源查询系统

图 6-3 联合国环境规划署所属组织机构

灾害在整体上的发展趋势，决定着灾害监测机构、类型的发展趋势。人类在步入工业社会前，自然灾害在发生频度和强度上明显多于人为灾害；可是工业革命之后，特别是本世纪以来，人为灾害的发生已明显地多于自然灾害，危害程度也日趋严重。今天的地球仿佛成了一个小小的“村庄”：西欧逸出的烟雾会在北欧普降酸雨；美国含有毒气的烟雾昼夜不断地喷入加拿大；由核电站泄出的氪 85，目前虽还不构成对地球居民的直接威胁，

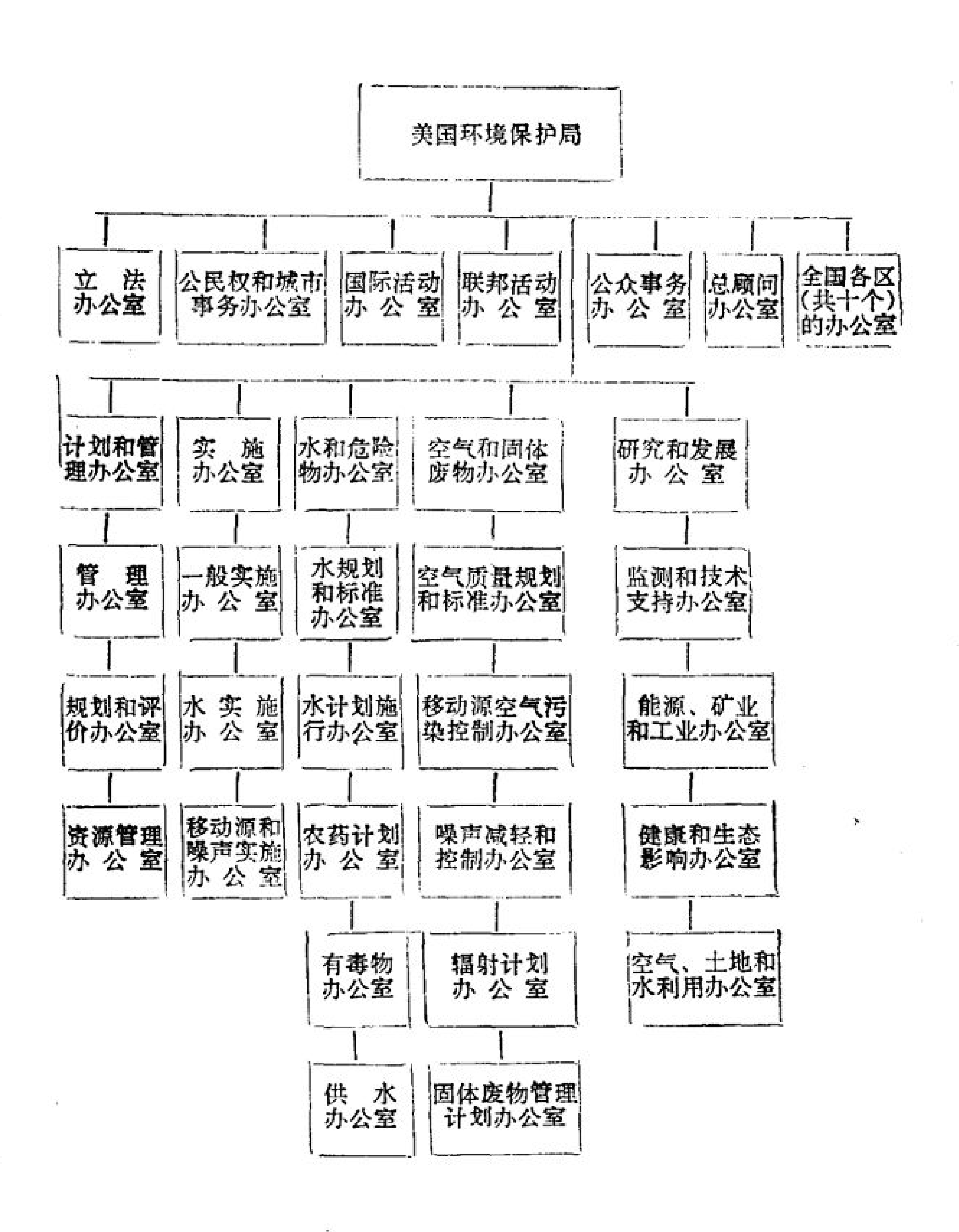


图 6-4 美国环境保护局所属组织机构

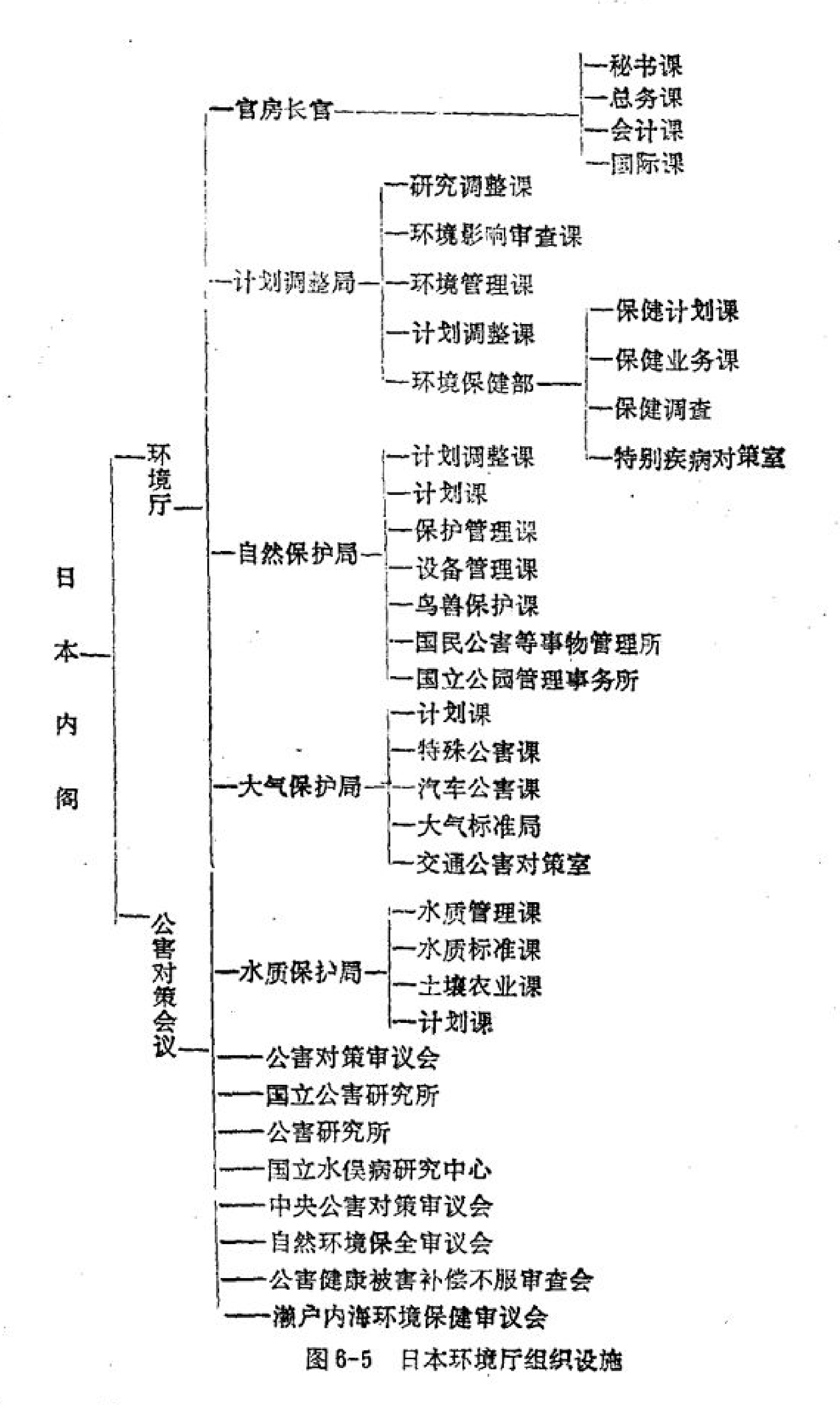


图6-5　日本环境厅组织设施

但已引起全球大气电学性质的改变，进而波及生物圈。显然，这些区域性灾害都已经变成了对整个“地球村”的威胁。面对人为灾害日益明显，区域性灾害不断诱发全球性的灾害这一事实，灾害监测机构也就面临着建立大区域乃至全球性灾害网络的紧迫性。

在地震监测上，迄今为止我国已在重震区建立了460个地震监测台、站和4000多个外观测报点，同时还建立了163个地方办的地震台和131个企业办的地震台，以及3245个测报点，并且在446个地、市、县设有地方地震工作机构。从而已形成了一个具有相当规模的、专群结合的、在世界上最大且别具特点的地震监测网络，在世界地震监测系统中发挥着重要的作用。除了地震监测外，目前世界各国和地区还相继成立了诸如太阳活动、海浪、风暴潮，大气温室效应、三废污染、酸雨毒雪、瘟疫虫害等监测机构和预报中心，组成了一个庞大的全球环境监测网络系统，对危及全球环境及人类生存的重大灾害开展了广泛的国际合作和有效的全球性监测，以便实施有效的预控。

监测网络的形成一般具有两种模式：

1. 灾害型监测模式。即按照灾害类型设置监测机构。如美国环境保护局就设有三个国家级的灾害监测实验室；大气监测研究中心、水监测研究中心以及噪声、放射性和新技术研究中心。它们分别负责全国不同类型的环境污染监测技术的研制和数据收集、整理工作。这种监测网络的优点在于专业性与针对性较强，缺点则在于缺乏综合性，不同类型的灾害之间的相关性易被忽视。

2. 行政管理型监测模式。即完全按照行政管理的层次和顺序设置的监测机构。如我国的监测网络就属于行政管理型模式(图6-6)。这种监测模式的优点在于综合性较强，易于分析

不同类型的灾害之间的相关性；其缺点则在于监测机构所要负责的监测对象太多，缺乏优化设计，容易出现机构重叠、盲目布点，且不同归属的监测机构之间的横向联系较为薄弱。当然，上述两种模式的划分并不是绝对的，如苏联等国的监测机构便基本介于两种模式之间(图 6-7)。总之，灾害监测的网络模式可根据各国的实际情况加以选择，同时还应因地制宜地吸收不同模式的长处于一体，以求相得益彰之功效。

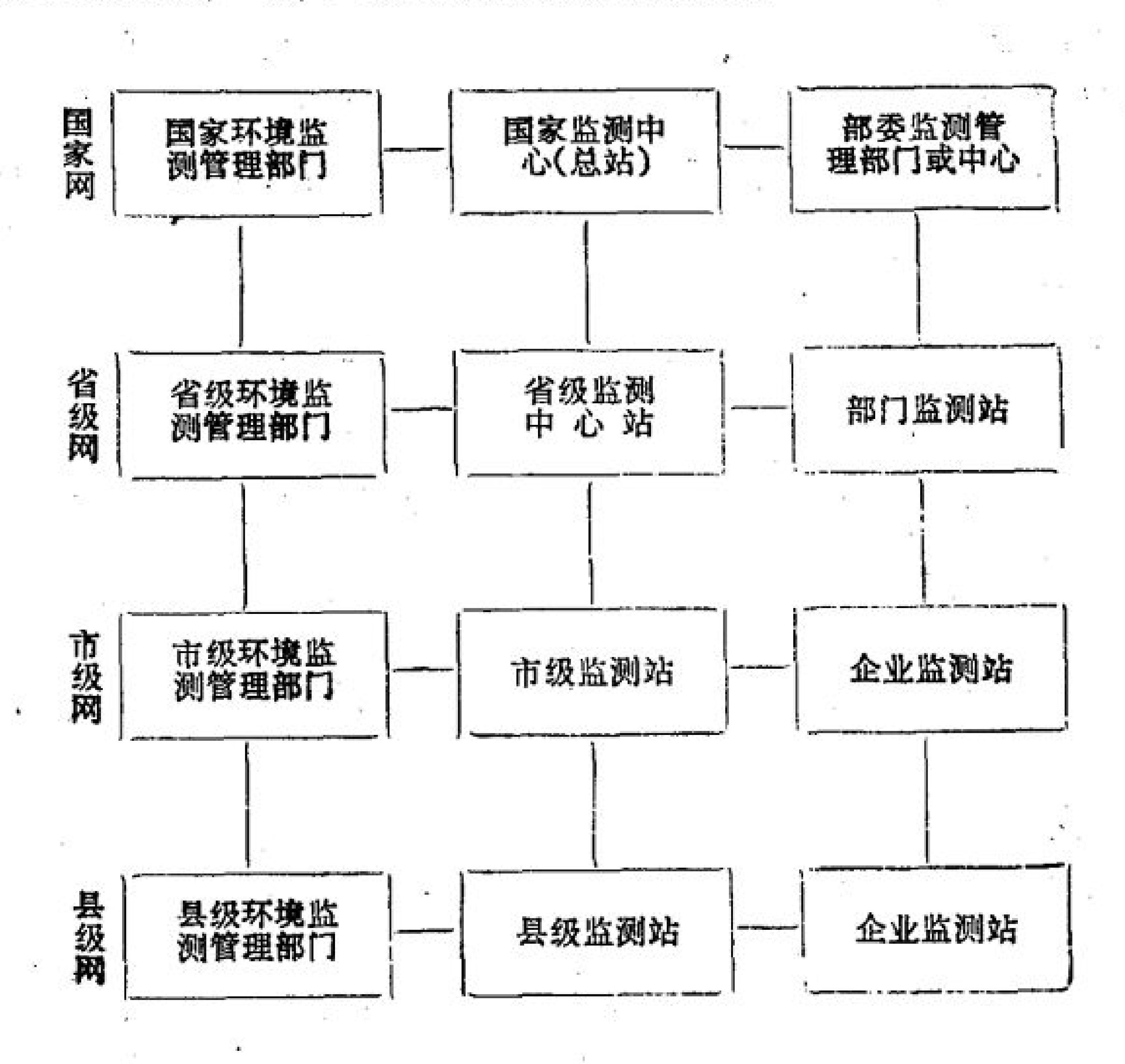


图6-6 我国的“管理型”监测网络

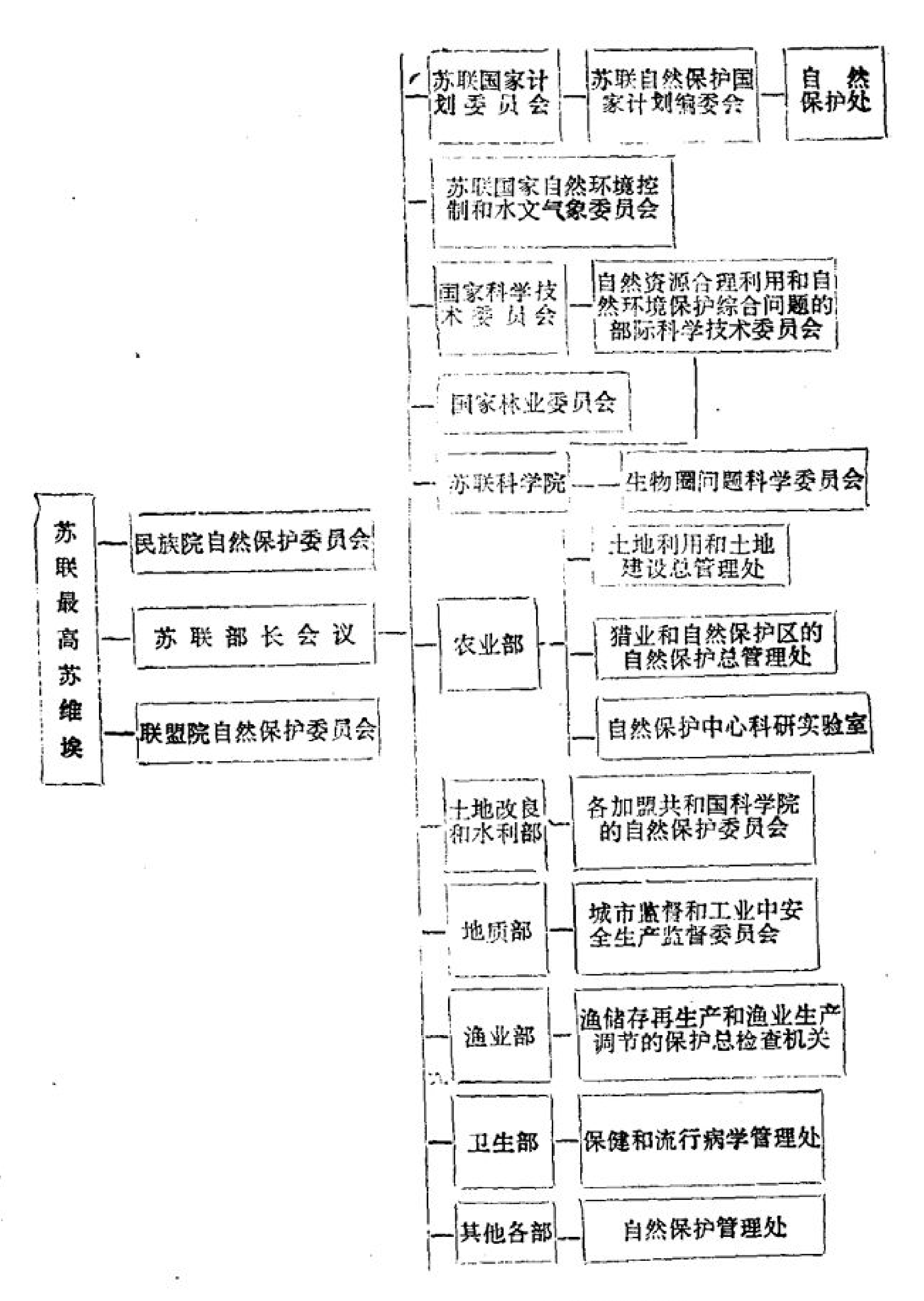


图6-7　苏联自然保护的国家组织系统

第七章

救灾与管理

灾害是人类生存和社会发展的大敌。在抵御各种灾害的过程中，救灾工作是其中的一个重要环节。特别是在对重大灾害预测预报未能奏效的情况下，如何迅速组织各方力量抢救伤残人员和国家财产，如何积极帮助灾区人民医治灾害创伤、恢复生产生活秩序、重建家园，是关系到国计民生的大事。救灾工作虽属“亡羊补牢”之举，但若灾后施救及时得当，补救措施果断有力，仍会对减轻灾情起很大作用。这里就牵涉到一个怎样科学、高效地进行救灾管理的突出问题。与一般的管理工作不同，救灾管理是非常态下的危机管理。其主要任务就是要通过及时制订应变对策，在抗灾施救的多种方案中迅速选择经济效益最佳的方案，用以调节和控制各种救灾减损的行为措施，把灾害给人类带来的损失及不良影响减少到最低的限度。

第一节　对付灾变的危机管理

在灾害频生的今天，各种天灾人祸随时都有降临的可能，它们严重威胁着人类的生存、社会的安定和经济的发展。因此，科学地认识危机和对付危机，进行卓有成效的危机管理，业已成为救灾减灾及灾害学研究的一个重要方面。

（一）灾害危机及其一般特征

什么是“危机”？人们通常把它看作是严重困难的关头。但这只是一种通俗的理解。依据管理学的理论，所谓“危机”即组织或个人所处的、由意外事件引起的危险状态和紧张状态，是系统发生紊乱的一种表现形式。人们若想最大限度地避免或减轻灾害造成的不良社会后果，提高社会机体对灾害的抵抗与承受能力，首先就必须了解怎样科学地预防、避免和处理灾害危机。

不论是人为因素还是自然因素造成的灾害危机，一般都具有三个基本特征：危害性、意外性和紧急性（详见第六章第一节）。三者彼此联系，同处一体，共同构成了灾害危机的三大要素。其中，意外性可视为灾害危机在成因方面的表征，紧急性是危机在时间方面的表征，而危害性则是危机在社会后果方面的表征。由于这三大特征的存在及其叠加效应，势必给灾害危机的管理工作造成极大的困难。鉴于此，在危机管理中应把预报灾害危机的发生作为重点，尽可能减少和避免因意外性特征而带来的不确定性，同时努力提高系统在灾害危机发生时的反应速度和实施管理的能力。正确地认识灾害危机，是有效进行危机管理的基本条件。为此，就需要对灾害危机发生发展的全过程进行阶段性分析，把握危机运动过程的规律性，针对不同的危机阶段采取相应的对策，以达到对灾害危机实施高效管理的目的。

（二）灾害危机过程的阶段性分析

尽管灾害危机的爆发时间一般都很短促，但其发生发展总是一个过程。在灾害孕育、发生和发展的不同阶段，危机管理的侧重点显然是不同的。灾害危机的发生发展过程一般可分为如下三个阶段：

1．危机爆发的前兆阶段，即导致灾害危机爆发的内外因素逐渐积累的过程。虽然各种灾害危机前兆的表现方式有别、暴露程度不同、持续长短迥异，但前兆总是客观存在的，因为任何灾害危机的爆发总是以一定的量变积累做准备的。前兆阶段是避免危机发生的最好时机，因为灾害危机在此阶段最易控制。当然，鉴于灾害成因的复杂性和人类认识的局限性，并非每一种灾害前兆都能被人们警觉、把握和控制住。但是，只要我们切实加强灾前的危机管理，积极采取防范措施，杜绝可能存在的漏洞和事故隐患，做好处理灾害危机的一切准备工作，就能防患于未然，及时控制灾情发生，避免或减小灾害损失。

2．灾害危机的爆发阶段，即导致灾害危机的一种或数种破坏性的特异力量突然释放的过程。该阶段的显著特征就是危机爆发的速度快、强度高和破坏性大。虽说不同类型的灾害危机的爆发时间长短不一，但从整体上看大都是瞬间完成的，通常只占整个危机发生发展过程的极小部分。如铁路行车事故的全过程通常规定以事故发生始，以线路修复开通止，其间相撞、脱轨、翻车、爆炸等爆发过程总是极其短暂的。在此阶段中，灾害危机所具有的三大特征得到了充分暴露和集中体现。因为作为意外事故的突然发生总是肇始于爆发阶段；事态的急剧扩大和灾害影响的急剧展开也是在爆发阶段；而灾害危机给人类社会的巨大损害在爆发阶段更是表现得淋漓尽致，它能在短促的时间内把人类历经千辛万苦才创造和积累起来的巨大财产破坏殆尽。这些都给爆发阶段的危机管理造成了很大的压力和困难。

3．灾害危机的持续阶段，即组织消除危机产生的消极后果、实现从危机爆发阶段向正常阶段演进的过渡阶段。灾害危机爆发之后，必将留下一系列的灾难性后果。其中除了物质上的危机外还不乏精神上的不良后果，诸如心理恐惧、社会动乱

等。在某些情况下，精神上的危机往往比物质上的后果危害更大。如唐山大地震不仅造成了300亿元的经济损失，更为惨痛的是它还夺去了24万多人的宝贵生命，使无数的家庭残缺不全，给灾区人民的身心健康带来了巨大的创伤。更有甚者，唐山大地震后还在全国很大范围内出现了地震后效反应，致使大半个中国闹地震恐慌，出现了一系列由于轻信地震谣言、误传地震消息而引起的社会混乱、停工停产和人员的恐震伤亡，从而给整个社会带来了巨大的精神压力。因此，持续阶段的危机管理的主要任务就是要尽可能缩短危机持续阶段的演进历程，力争尽快消除一切危机后果，尽快恢复正常的社会生产及生活秩序，以避免因抢救不及时、处理不得力而可能造成的衍生灾害（如恐震灾害和瘟疫等）。

以上对灾害危机的阶段性划分，目的在于通过对危机的阶段性思考，针对每个阶段的不同特点提出相应的危机管理对策。

（三）灾害危机管理的目标、特征及职能

灾害危机管理是指国家、集团、组织或个人通过危机监测、危机预控以及危机决策和危机处理，以达到抗灾防灾、避免和减轻灾害危机损失的整个行为过程。灾害危机管理的最终目标在于最大限度地避免或减少危机造成的一切灾害损失，把危机转化为对人类有利的机会。鉴于灾害危机的危害性、意外性和紧急性特征，灾害危机管理也通常具有不确定性、应急性和预防性等三大基本特征。

1. 不确定性。危机管理和不确定性是由灾害危机的意外性特征所决定的。它具体包括：①管理对象的不确定性。对于由确定性现象转化而来的危机和来自风险性现象的危机，由于它们经常发生且有相似的特点，故相对易于把握和进行常规危

机管理；但对于那些由不确定性现象转化而来的危机，鉴于它们甚少发生或根本未曾发生过，以及在发生的时间、地点和危害方式等方面的特殊性，人们很难对它们进行常规性的危机管理，故具有很大的不确定性；②危机预测过程的不确定性。对于常规的危机管理对象，通常可以进行有效预测，准确性也较大；但对不确定的危机管理对象来说，一般很难精确判断，只有依靠有关人员的敏锐直觉和丰富经验进行评判预测，故其预测结果往往具有较大的可错性；③危机预控的不确定性。危机预控是在危机前兆阶段通过人的行为去干扰产生危机的内外因素，以达到防止灾害危机爆发的目的。对于确定性现象导致的危机，只要按客观规律办事，便可减小危机发生的概率，而对于由不确定性现象诱发的危机，由于无法精确预控，故一方面需强化危机预控的程度，另方面则在危机爆发时要有足够的思想、组织准备，以进行应急管理；④由于危机管理对象的不确定性，事先制订的危机处理计划也必然具有不确定性和可变性特征。总而言之，任何一种灾害现象或灾害过程都有发生发展的客观必然性，但在多重因子的综合作用下，在灾害危机的时间、地点及发生方式上均有相当的不确定性。这是决定灾害危机管理不确定性特征的客观依据。

2. 应急性。危机管理的应急性主要是由灾害危机的紧急性特征所决定的，是指紧急状态之下管理时间的有限性这一特征。一般来说，管理可分为常态管理和应急管理两种。对于确定性对象一般采取常态管理；对于不确定性对象则必须采取应急管理，其应急措施是否及时、迅速、果断，对于灾害危机管理的成效大小至关重要。如1976年美国汉福特镅241核污染事故发生后，中心控制室专家迅速赶赴现场进行紧急处理，辐射防护人员及时采取隔离措施，为伤员清洗核污染，从而有效地控制了放射

性核泄漏的扩散，大大缩小了这次核事故的波及范围和危害程度。因此，在紧急状态中进行危机管理，要克服由于时间紧急和形势危险而造成的心理压力；要在短暂的时间内迅速作出正确的决策；要紧张而有秩序地实施各种危机处理措施，这些都是危机管理应急性的表现。

3. 预防性。危机管理的预防性主要是由灾害危机的危害特征所决定的。鉴于灾害危机对人类社会的猛烈冲击，灾害危机管理必须始终贯彻"以预防为主，防治结合"的方针，通过切实有力的预测及防治措施，抵御和防止灾害危机的爆发，以尽量减少或避免人身伤亡和财产损失。

依据灾害危机管理的三大基本特征以及它所承担的主要任务，我们可将其基本职能划分为相辅相成的两大职能：预防职能和处理职能。两大职能的内部组成及其相互关系如下(图7-1)：

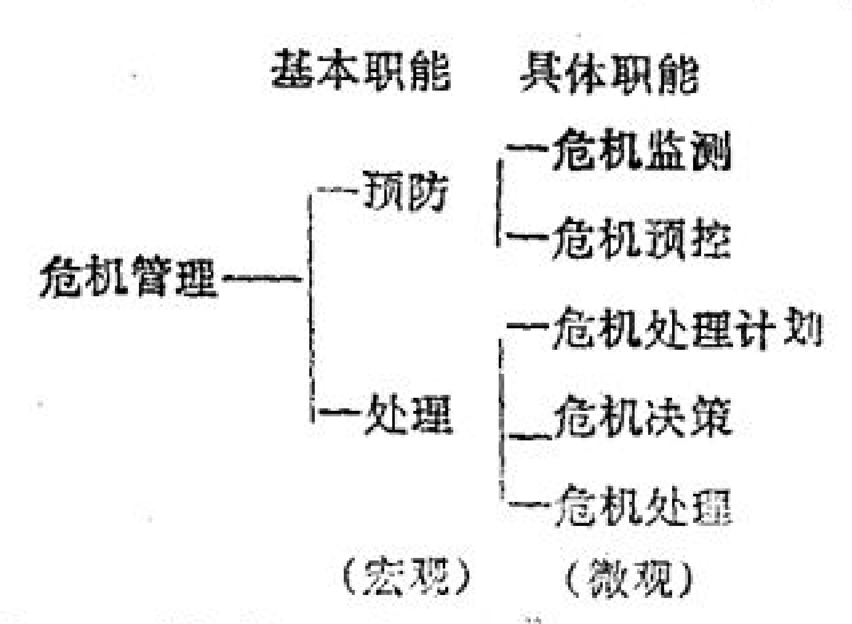


图7-1 危机管理两大职能的内部构成及其相互关系

预防职能是危机管理的首要职能。它由危机监测和危机预控两部分组成。其中，危机预控是预防职能的主要体现者，其主要任务是在危机监测的基础上对可能引起危机的各种因素预先采取防范措施，以阻遏和防止危机的爆发，同时强化现场控制以减轻危机的危害；危机监测则是实现有效预控的前提条件，它又包括监视和预测两个方面。前者即借助仪器设备和科学手段对

各种可能引发危机的因素进行严密监视测定；后者则依据各种灾害的历史考证、灾害发生发展的规律性及其时空分布特点，运用预测方法对未来可能发生的灾害危机作出估计并发出警报。危机监测的主要内容包括危机监视、信息处理、危机评价和临界判断等。

处理职能则是指灾害危机发生后人们为处理危机所采取的一切措施和进行的一切活动。处理职能也是危机管理的重要职能，更是抗灾救灾中危机管理的关键所在。它可包括危机处理计划、危机决策和危机处理三个部分。其中决策是处理职能的核心，危机处理是处理职能的主要体现者，而处理计划则是有利于工作开展的计划措施和行动方案。

（四）灾害危机处理的一般进程

灾害危机处理的全过程一般可分为隔离危机、处理危机、消除危机后果和进行危机总结等四个环节。它们既是危机处理的主要工作内容，又是前后相继的一般进程。其中，隔离危机、处理危机和消除危机后果均以减少灾害损失为宗旨，而危机总结则是对前三个环节的再认识，以便总结经验教训，提高危机管理水平。整个危机发生过程与危机处理进程的关系如下（图7-2）。

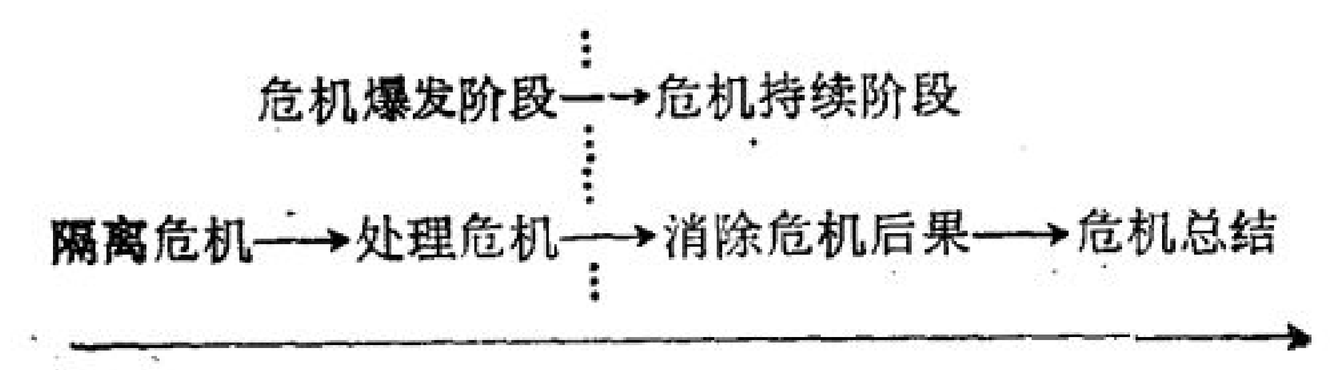


图7-2　危机发生过程与危机处理进程的关系

1．隔离危机，即运用一切手段紧缩危机和固定危机，以防止酿成更大的灾难。隔离危机通常包括人员隔离和危机隔离两方面。前者是对危机发生地区人员的快速疏散、转移和隔离，其

进行程度如何是危机管理成功与否的显著标志；后者则是对危机发生地区的封锁和隔离，它有助于防止危机事态的进一步扩大和恶化，这在处理诸如火灾、核泄漏和瘟疫等重大灾害危机时尤为重要。

2. 处理危机，即采取一切有力措施去平息危机。在处理危机的过程中，首先需要权衡利弊得失，分清主要危机及主要危害源，其次要当机立断、果断决策，以迅速实现对灾害危机的控制，防止灾害性后果在短时间内的扩散效应。

3. 消除危机后果，即各级政府机构和社会团体通过切实有力的灾后施救和积极稳妥的危机处理，以消除灾害危机造成的一切消极后果。灾害危机的后果可分为物质后果、人身后果、心理后果和社会后果等两个方面。其中，物质后果除了危机发生后所造成的一切物质财富的损失之外，还应包括危机引发的连锁损失，以及处理危机过程中所投入的人力、物力和财力的全部价值；人身后果是指灾害危机对人的生命和健康带来的危害，这就要求一方面做好对已故人员的安葬工作，另一方面对伤残人员积极治疗，做好他们的生活安置与就业工作，提高他们的生活自理能力；心理后果是指灾害危机发生后给人们带来的心理压力和精神负担，它需要通过积极疏导、社会调节以及自我心理恢复等措施逐渐予以消除；社会后果则指灾害危机给社会生活每个领域带来的一切不良影响，诸如某些重大灾害所引起的国内局势动荡、社会混乱乃至政府的垮台。特别是某些灾害危机牵涉到几个国家的利益，这就需要实行国际合作，以便相互谅解、协调行动。

第二节　事故应变与领导决策

减轻灾害造成的损失程度，变危机为时机，提高社会对灾害的承受能力，这是进行灾害危机管理的最终目的。欲达到目的，就要竭力克服灾害危机的意外性、紧急性和危害性所带来的重重困难，充分发挥危机管理和处理危机的功能，不断提高领导决策的科学性，以及全社会的应变能力。

领导决策是指理智的个人或群体按照某个目标作出的行动决定。决策就是人的行动规范的设计和选择。决策是一个系统的过程，它通过一系列的思维活动，从提出问题、收集信息、确定目标、拟定方案、方案评价，一直到最后选定方案，组成了一个相互关联的系统网络。当然，任何决策都不是一成不变的，都应该根据不断涌现的新问题，经过决策活动的全过程，对方案进行反复的修正，最后做出最优的决策方案来。据此，我们可以把领导决策的一般程序表示如下(图 7-3)：

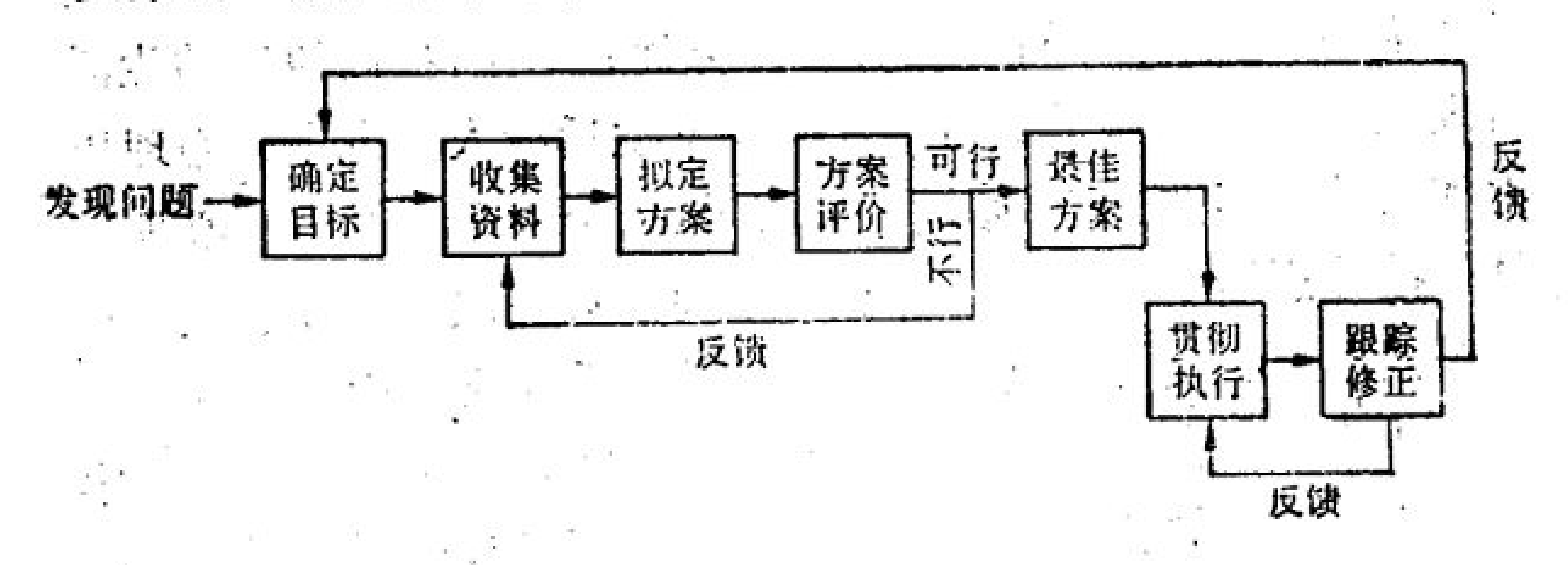


图 7-3　领导决策一般程序示意图

对于灾害的危机管理决策，一般可分为两种类型：非紧急状态下的危机处理计划与决策，以及紧急状态下的危机决策。从决策程序上来看，前者是依照一定规则逐级形成的，后者则是在短

时期内，凭借理性思维的力量跳跃式地完成的。二者尽管产生的方式不同，但目标是一致的，都旨在通过决策的制定，保证危机管理的卓有成效。

（一）危机处理计划

危机处理计划就是为了迎接灾害危机的爆发而事前所做的一种准备，是指政府或社会团体事先制定的，在紧急状态下进行预报及处理危机的组织指挥、行动方案、物资装备、通讯联络、培训演练等诸方面的计划的总和。作为危机管理的一个重要职能，危机处理计划和一般的计划是不同的，两者的最大区别即在于，一般的计划制定后通常都很快能付诸实施，而危机处理计划则是在紧急状态下才实施的计划，付诸实施的可能性是不大的，它只是危机管理中的一个预决策。尽管如此，鉴于灾害危机的不可完全避免性，危机处理计划的作用是绝不可忽视的。因为只有在事先做好充分准备，才能在危机爆发时从容对策，临危不乱，化险为夷。

国内外抢险救灾正反两方面的经验教训都一再证明了危机处理计划的必要性。在大兴安岭特大森林火灾中，由于事先没有制定危机处理计划，加上盲目乐观、布局失误、反应迟钝、管理混乱、领导不力等许多因素，致使5月6日四个林业局的6个林场同时失火。5月7日傍晚迅速蔓延，一开始就发展成为不可控制的狂燃大火。而整个林区的扑火救灾塔河前线总指挥部直到5月10日才迟迟成立，扑火方案仓促制定，扑火队伍临时组织，扑火物资装备临时调拨……大大延误了对灾情的控制，增大了火灾的损失程度。1979年3月28日发生的美国三里岛核事故的教训同样可以表明：尽管核电站相对火电站而言是比较安全可靠的，发生灾难性事故的概率很小，但可能性依然存在。由于美国工业界以及联邦政府对核电站本身的可靠性过于自信，

缺乏事故应变的思想准备，因此对核泄漏的总体应急处理计划的制订没有予以应有的重视，应急人员和经费也未能得到保证。鉴于三里岛核事故的教训，美国政府于1979年4月1日建立了新的“联邦应急管理局”(FEMA)，制定并不断改进完善了联邦及各州政府的放射性总体应急计划，同时还制订了检验应急计划用的标准化演习方案，有效地避免了美国核事故的再次发生。由此可见，强化危机处理计划，对避免灾害、减少损失的意义重大。

危机处理计划一般具有以下特点：①决策时间愈充分，处理计划的质量愈高。危机处理计划是在灾害发生之前一切工作都在平稳进行的状态下制定的，这时有条件允许进行周密的思考和决策，从而避免了灾害发生后再匆忙决策的被动局面，能够保证危机处理计划的质量和合理程度；②有利于减少危机爆发情况下决策工作的压力。当灾害发生时，一切工作都处于极度紧张状态，千头万绪，刻不容缓，亟待作出决断。如果仓促行事，往往会手忙脚乱、顾此失彼，造成重大决策失误。而有了危机处理计划就可以减轻决策者的心理压力，以便腾出足够的时间来考虑应付危机的关键决策，增强领导者的信心，提高决策水平；③便于组织指挥危机后的一切对策行动。有了危机处理计划，就能够迅速采取救灾行动，力争实现对灾害危机的控制权，防止事态的进一步扩大；④对于抢险救灾的危机演示训练有着指导性作用。针对不同的灾害，人们可依据危机处理计划事先组织队伍，进行反复演示训练，以提高人们在不同灾害危机场合下的抢险救灾能力和环境适应能力。实践证明，灾害危机发生时，有否切实可行的危机处理计划，对于抢险救灾的效果是大不一样的。

鉴于灾害危机的多样性，危机处理计划的种类是很多的，诸

如海上救生计划、铁路事故救援计划、航空港救援计划、地震应急救灾计划，等等。危机处理计划虽然种类很多，实施内容和行动方案各异，但它们也有共性的方面，主要体现在：① 都应以最快的速度将有关人员撤离灾害现场，及时组织抢救伤员，妥善安置死亡人员。② 都应以最高的效率迅速控制灾情，防止事态扩大化；③ 力争在最短的时间内恢复正常的运行秩序，避免有害影响的加剧。④ 要及时对危机现场进行观察、记录和清理，为事后总结经验、重建家园提供方便。不管哪一种灾害危机处理方案，都是以上述几方面为宗旨而展开的。只要我们针对不同的灾害危机实施不同的处理方案，就一定会收到较好的管理效果。

（二）危机处理的组织与结构

危机发生后，为了把可能利用的人力、财力和物力都充分组织起来立即投入到抗灾救灾中去，必须迅速建立危机处理的组织和机构。这是提高危机管理水平的组织保证。

1. 危机处理领导小组。危机处理领导小组是整个危机管理的核心。没有这样一个坚强有力的领导核心，也就没有危机处理的顺利进行。由于灾害种类不同，因而领导小组成员的结构组成也不尽相同。例如，防震抗灾领导小组除了政府官员外，还需要地质专家、气象专家、医疗专家、建筑专家等相关方面人员参加；扑救火灾的领导小组则需邀请消防专家、气象专家、经济学家等参加，这样便于相关学科的互相融合、协同作战，保证领导决策的合理性、科学性和权威性。

需要强调指出的是，对于不同类型的灾害危机，必须预先确定各参加决策部门，临时指派是不行的。如空难是目前世界上危机发生频率最高的灾害之一。美国联合航空公司危机处理计划规定，空难危机处理领导小组负责人必须来自系统运行部

门，其他领导成员来自公司的公共关系部门、飞行运行部门、飞行安全部门、保密部门、飞行员工的所属部门以及医疗部门等，同时根据危机持续时间的长短和类型，相应选择其他部门的代表参加领导小组工作。

我国铁道部对铁路行车事故处理的规定指出：重大事故发生后，在总局和分局事故调查处理委员会到达现场前，必须先由分局指定的车站会同有关部门组成现场临时调查处理小组。而铁路分局在接到通报后，必须立即组成以铁路分局长或副局长为主任委员、安全监察主任为副主任委员、有关科长和公安分局(处)长为委员的事故调查处理领导小组，代表各所属部门行使职权，实施管理，开展危机的处理工作。

2. 组织专业救灾队伍。专业救灾队伍是进行危机处理的骨干力量，诸如扑救火灾的消防队、处理铁路事故的救援列车、对付各种疾病和瘟疫的医疗急救防治中心、地震的救灾团体，乃至维持社会治安的公安干警和武警部队，以及抵御外敌侵略、保卫领土主权的人民军队，等等。在各项危机处理计划中，需要明确专业队伍的具体组成、任务和工作要求。各种救灾专业队伍通常可分为救援列车、救援队、救援小组和救援班四组，视灾害危机的特点、性质和强度进行组合。如对付重大铁路事故的救援列车一般定员为20～26人，设队长一人，由车站(段)长担任，队员则由车务、机务、车辆、工务、电务、水电、公安、医疗等各方面的人员组成。

3. 加强社会协作。许多灾害危机的处理往往需要社会力量的广泛协作。特别是大地震、洪涝、干旱等重大灾害，一般都波及面广、破坏性强、损失程度大，在短期内很难恢复正常的生产、生活秩序，这就更需要社会各界力量的协作，不仅是一个地区、一个省，甚至还要依靠全社会乃至国际力量的支援。因此，

每当重大灾害爆发后，都要积极通过新闻发言人及各种新闻媒介向社会各界介绍情况和呼吁援助，尽量扩大社会的协作力量。这是对付特大灾害的有力步骤。

（三）危机通讯与领导决策

危机通讯是进行危机管理、实施危机处理计划的神经系统，也是避免或减少危机损失的重要前提。建立高效的危机通讯系统，是提高危机管理领导决策水平的根本保证，两者的相互关系如图（图 7-4）。

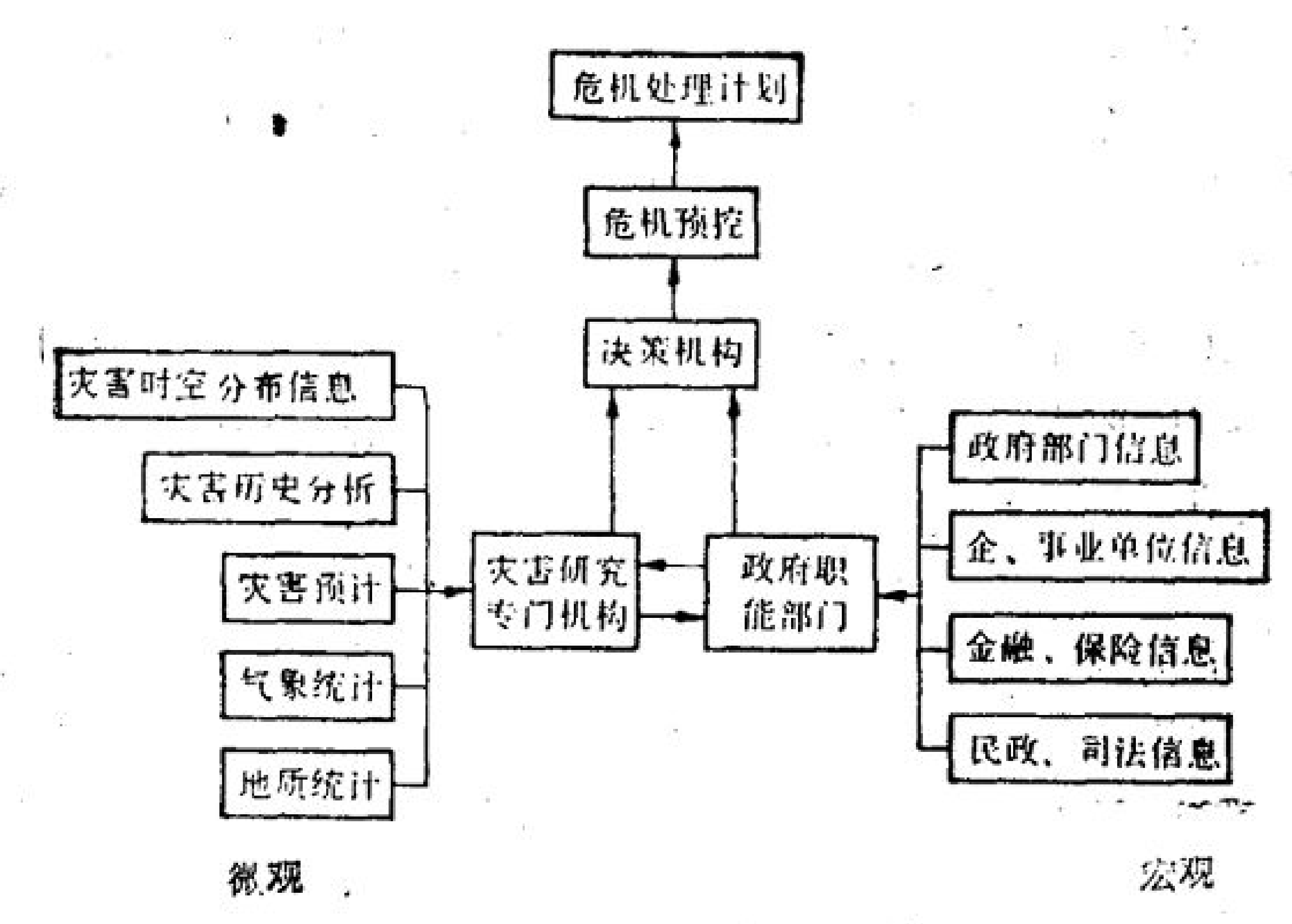


图 7-4 危机通讯与灾害决策系统的关系

现代社会是信息的社会，信息的多寡和利用率的高低直接制约着决策的水平。特别是由于各种灾害的名目种类繁多，生成因素错综复杂，因此只有在通讯渠道畅通、信息来源充分的条件下才能保证各项防治措施的顺利实施。这就要求决策部门应与灾害研究部门以及相关部门紧密联系，收集尽可能多的信息资料，不断增强决策的可信度。在危机发生初期以及灾害爆发

的高峰期，通讯尤为重要。如1983年7月31日的陕西安康特大洪水灾害中，从下午2时20分发出“第一号命令”到洪水破城，由于通讯设施不足，有线广播稀少，甚至缺乏最起码的报警通讯系统，以至于撤退命令足足延迟了四、五个小时还未通知下去，到5点多钟还有不少商店仍在营业，6点钟还有3万人未撤出城，结果严重贻误时机，加剧了人身伤亡，扩大了灾害的损失。这不能不说是造成安康水灾重大损失的原因之一。因此，必须健全并不断完善危机通讯系统。以便于在危机发生前将危机警报迅速传送到所有可能遭受灾害的人们中间，以做好必要的思想和物质准备；在危机发生后有效地指挥群众撤离，实施紧急救援，协调一切力量防止危机扩大化。而危机处理后的总结工作，仍离不开必要的信息与通讯工作。

需要指出的是，对危机发生后的通讯工作，一定要保证“准、快、精”的要求。如飞机空中遇到危机时，机组要立即与地面台站及附近机场取得联系，尽快讲明故障原因、排除情况、乘客多少以及地面救援要求等；对火灾、爆炸、污染等灾害，要及时准确地向上级政府通报灾情现状及其蔓延程度、可能方向、爆炸可能产生的连锁效应和污染范围的大小等，以便相关部门做好应急准备；铁路事故发生后，要求报告简单明了，内容包括：发生时间、地点、车次、事故概况及原因、人员伤亡及车辆和线路的损坏情况、是否影响其他车次运行、要否救援列车增援等；对一些重点骨干设施、生命线工程以及易发生事故的部门，则要有专用通讯线路，以保证命令的随时传递，保证决策部门准确无误地把危机处理的工作落实下去。

（四）危机决策

危机决策是指灾害发生后，针对灾害本身的特点所进行的客观策略决断。危机决策和危机处理计划等不同，它是紧急状

态下的一种决策，要受到时间、地点、条件等主客观因素的重重限制，所以决策难度大、困难多、要求高。危机决策的主要任务，是组织在紧急状态下，寻找预控和处理危机的可行方案，并从中选择较有效的方案，从而避免或减少危害，将危机转化为机会。危机决策的好坏是领导能力的集中反映。危机决策有如下两个特点：一是紧迫性。灾害危机的发生一般比较突然，面临问题复杂多样，容易处理不当而遗患无穷。由于紧急状态下时间紧迫，决策不可能按部就班，这就迫使决策者迅速获得信息，探索最佳方案，果断做出决策；二是阶段性。灾害发生后，所需处理的问题很多，并且往往要求立即采取行动。在此情况下，决策者必须沉着冷静，先就最紧急方面做出决策，区别轻重缓急予以实施。如核放射事故发生后，必须首先控制可能再次发生核放射的环节，然后再进行污染清除等方面的工作，避免因小失大。鉴于危机决策的上述特点，势必对决策者提出了很高的要求。首先是决策者必须要有丰富的经验、敏锐的直觉判断和高超的决策技术；其次是决策者必须始终保持清醒的头脑、对前景的正确估计和较强的危机适应能力，以保证临危不惧，从容对策。

1．识别危机是危机决策的前提。在灾害危机爆发后，对决策者来说首先面临的是对灾害的识别问题。因为只有对灾害危机的深刻认识，才能提高危机决策水平。识别危机是一项难度较大的工作，它与决策者的能力有关，主要取决于决策者的知识水平、知识结构、组织能力与逻辑思维能力以及对大量危机现象的判断评价能力。应用现代化管理技术，可以在危机突然降临后，立即召开有关专家会议，采用头脑风暴法，鼓励大家广开思路，以便决策者迅速把握危机的主要方面，帮助决策者识别危机进行决策。

2. 保持警觉，稳定决策者心理。据心理学家的研究表明，当危机爆发后，必然会造成决策者的心理压力，产生心理失衡。它一方面会使决策者发生心理畸变，另一方面也可能使决策者的才能和潜力得到超乎寻常的发挥。当人脑处于警觉状态时，决策效果最佳。这是因为在警觉阶段，决策者会有目的地进行信息收集，保持对信息的优化选择，权衡利弊，从而作出最佳决策。总之，警觉型决策是一种适应性决策，它把由危机引起的紧张导向一个正确的方向，使整个决策过程成为一个高质量的过程，有助于决策者作出合适的、高质量的决策。果断决策也是危机决策者所必须的心理素质，它要求在材料翔实的基础之上果敢决断。在危机管理中，任何畏首畏足、优柔寡断的作法都会贻误战机，导致决策过程的失败。

第三节　救灾队伍的组织

灾害的发生往往是不可避免的。一旦发生，如何积极组织灾后施救，以尽可能减少损失程度，就成了灾后危机管理的中心任务。这不仅要取决于危机处理计划的科学与否和领导决策能力的强弱，而且还与救灾队伍作用发挥的好坏和群众自救互救的程度密切相关。

（一）专业救灾队伍——危机处理的急先锋

建立训练有素、精通专门技术的专业救灾队伍，是提高危机处理能力的根本条件。因为对于大多数灾害，如空难、核泄漏、爆炸、铁路交通事故等，由于其特殊的生成条件，救灾工作往往要涉及到众多的环节和技术要求。这就要求救援人员必须具有一定的专业救灾知识和常规业务训练，从而不仅能够较快地控制住灾情，而且也利于救援工作者自身的安全。正是救灾

工作的实际要求为专业救灾队伍提出了条件。

1．专业救灾队伍的职能就在于能够及时适应危机环境，在最短的时间内能用最快的速度最科学的方法制止灾害的扩散蔓延，为灾后的恢复奠定基础。因此，对于专业救灾队伍的基本要求是：①要有比较广博的专业知识。灾害的种类较多，爆发的形式各异，有些还会迸发诸多次生灾害和衍生灾害，导致一系列的灾害隐患。这就要求救灾队伍的成员必须了解专业救灾知识并善于使用各种救灾设备，以保证救灾过程的顺利进行。1976年美国汉福特镅241核污染事故处理成功的一个重要原因，就在于救援人员熟悉防治技术和训练有素，能迅速赶赴事故现场实施紧急隔离措施，帮助受伤人员撤离现场、清洗污染，并按照规定给他们佩戴了外照辐射剂量计，积极紧张而又井然有序地开展各项补救措施，从而及时防止了核污染的进一步扩大加深。反之，如果放射性事故发生后救灾人员不熟悉其原理及性能，那么不仅不会控制住污染，而且还会适得其反，扩大污染程度；②要有极强的敏感性。要对专业救灾人员进行危机意识的教育，培养他们在紧急状态下敏锐的判断能力，能够从危机带来的暂时性混乱中迅速把握可能致灾的隐患并果断采取预控措施。特别是对于那些突发性灾害危机，如果救灾人员对危机环境的敏感性程度不够，判断失误，动作拖拉，将会贻误时机，扩大灾害的危害程度；③要有较高的应变能力。灾害危机发生后往往会在顷刻间给人们心理造成巨大压力，导致行为紊乱、手足无措。而作为救灾人员就必须克服和消除心理上的恐惧意识，做到头脑清醒、临危不乱，及时进入救灾角色，以应付可能发生的各种灾难，争取控制危机的主动权。

2．救灾队伍的危机训练。危机发生后，对承担救灾任务的专业人员的最大要求就是要能及时进入救灾现场，迅速控制灾

情和进行高效的灾后处理工作。为此，对专业救灾队伍事先进行必要的培训和演示训练是必不可少的。

救灾队伍培训演习的主要内容包括：① 心理训练。这是为救灾人员很快进入角色而创造的一种环境氛围，以便通过危机模拟实验，使救灾者尽快投入到危机之中，依靠心理素质的训练来提高他们对外界环境的心理承受能力；② 危机处理知识培训。这项培训的主要目的是让救灾人员有充分的知识准备。能针对不同的灾害危机，熟悉救灾工作的要领、步骤、方法及有关注意事项，了解危机处理方案的每一细则以及本人的职责。如在对核污染事故的处理中，救灾人员必须知道如何最有效地控制污染源，消灭重复爆发的可能性，处理程序如何，怎样进行污染清理，自己在整个工作中应履行的职责等。在航空港救援工作中，事故现场救护则是这样安排的：接到飞机事故警报后，机场值班救护车和救护人员要在 3 分钟内到达现场，在救护指挥员的统一协调下，配合空勤人员于 90 秒内将全部伤员和旅客撤离飞机。无伤旅客直送客车等候点；③ 危机处理基本功训练。灾害发生后，一般都能在瞬间造成极大伤亡，危机处理所允许的时间十分短暂，因此对救灾人员来说，不仅要知道如何救，更重要的是如何抢救。若要在短时间完成准确无误的操作，就必须经常演练，以确保操作的准确熟练。

（二）组织民众自救互救是减少灾害损失的根本保证

灾害危机发生后，为了加强社会抗灾救灾能力，减少灾害造成的损失，不仅要建立高效的专业救灾队伍，而且还要组织民众开展自救活动，实行两条腿走路的方针。这是灾害危机管理成败的关键。因为地震、水涝旱灾、污染等重大灾害的发生一般都波及面大、受灾人多、影响地域广，仅靠专业救灾队伍显然是远远不够的，只能治表而不能治本。组织民众自救，不仅能够动员

全社会的力量抗击灾害，还可以通过救灾活动增强民众的自信心，为灾后的恢复工作打下良好的基础。

1. 组织民众自救互救是减轻灾害、减少伤亡的一种行之有效的方法。

灾害是对人类社会的巨大冲击势力，往往能在极短的时间内酿成惨重的人员伤亡和财产损失。在灾害危机的爆发阶段，能否分秒必争地迅速组织力量抢险救灾，是衡量灾害危机管理成效大小的重要标志，因为在此阶段，抢救时间往往决定着物质损失的大小尤其是人员伤亡的比例。据某部队在唐山大地震中的抢救情况看，地震发生后半小时内扒出的人员救活率达95%。第一天扒出的为81%；第二天扒出的降到53%；第三天扒出的又降至36.7%；第四、第五天扒出的则分别降到19%和7.4%；第六天以后扒出的就很少有活人了。由此可见，抢救地震压埋人员的关键时间是在3天之内，而震后半天之内则是最佳抢救时间。然而，由于主客观条件的诸多限制，外部救灾人员在灾害爆发后又很难立刻到达危机现场实施抢救，从而产生救灾迟缓现象。这一方面是因为救灾队伍的集结、救灾物质的准备都需要一定时间；另一方面则在于许多灾害的发生都会造成通讯中断和交通阻隔，从而阻碍了救灾人员的进入。如大地震等重大自然灾害爆发后，外部救援人员最快也得半天左右才能到达，山区可能需要更长的时间，其结果势必延误抢险救灾的最佳时机；故此，减轻伤亡、加快恢复家园应立足于灾区军民的自救互救。对灾区民众来讲，他们不仅拥有抢险救灾的最佳时间，而且比较熟悉自己周围的地理环境、人口居住状态、重要设施位置以及各种内部和外部条件，容易开展救灾工作。因此，要充分发挥灾区居民自救互救的主动性，组织民众尽快地投入到救灾活动中去，以赢得时间，争取主动，减少灾害造成的损失。

在灾区军民自救互救的活动中，解放军和民兵始终是救灾的主要力量，这是因为军人有严格的纪律，且居住集中，动作快，命令下达迅速，便于统一指挥，有利于对最紧急灾区和重点地段的救援工作。其主要任务是：抢救人员，医疗救护，清理尸体，安置群众生活，恢复灾区组织，维持交通治安秩序等；而地方的救灾队伍尤其是民兵组织，在灾后初期应归属部队统一协调指挥，以便集中力量，确保重点。总之，灾后迅速组织军民开展家庭自救、邻里互救、岗位自救与互救，这是争取时间、减轻伤亡和减少损失的根本措施。如唐山大地震时约有近60万人被埋压在废墟中，其中约有70%的人就是由灾区军民通过自救互救脱险的；在部队抢救人员当中，地方驻军起了突出的作用，驻唐部队只占救灾总兵力的20%左右，但抢救的人员却占了96%。

2. 建立临时救灾机构，实行统一领导，提高救灾工作的有序性程度。

组织民众进行灾后自救工作，是提高救灾效率的基本措施。而建立临时的救灾机构，实行统一领导，将有利于民众自救工作的顺利实施。

重大灾害危机的发生往往会造成一定程度上的家庭瓦解、组织瘫痪和社会混乱，并且还会以其突如其来的打击造成受灾地区居民心理上的压力，以致使人们一时手忙脚乱、惊慌失措。因此，一旦灾害危机发生就应立即建立临时性救灾机构，以稳定灾民情绪，鼓励灾民救灾的信心和决心，保证各项救灾工作的顺利开展。这种临时性领导机构的主要职能旨在实现对灾后救援工作的统一领导，及时进行灾情的评估分析，防止因灾情的进一步扩大而可能造成的不必要的损失，为从危机阶段过渡到正常阶段做准备。其具体任务包括：在灾害危机爆发后立即进行职责分工，引导群众投入到救灾之中，并与上级组织及有关部门取得

联系，协调社会各方力量，以最快的速度抢救受伤人员和寻找正处在危难与紧急状态下的人员，等等。

救灾工作虽然是一种不得已而为之的被动行为，但如果对灾情的分析判断准确得当，补救措施及时有力，就有可能变被动为主动，赢得抗灾救灾的主动权。因此，救灾领导机构的任务除了组织民众开展自救互救以外，还要随时对灾情做出清醒的估计，诸如灾害危机发生的准确时间、地点和强度，灾情还会不会扩大，灾情会向哪个方向发展等，做到胸中有数。如地震发生后，应迅速判断出震中位置、影响范围及其基本强度，以便进行救灾部署，减少人员伤亡，并通过对灾情的正确估计制订相应的行动方案和具体措施，尽快稳定和恢复社会的生产、生活秩序，减少因为恐震而引起的大面积停工停产。1970 年通海 7.7 级地震发生后虽一度造成大滑坡和泥石流堵塞曲江河的险状，但由于省政府对这一灾情动态的估计正确，措施果断得当，及时派遣部队炸堵堤，疏积水，从而避免了一场特大水灾的发生。

3．坚持救济与自救相结合的方针，依靠灾区自身的力量恢复生产，重建家园。

动员全社会的力量，开展全民性的抗灾救灾工作，这是实现短时间内控制灾害危机的根本手段，也是实现灾害危机管理的唯一可行方法。如大兴安岭特大火灾发生后，引起了全国人民的关注，二十几个省市共捐献208万件衣物，1417 万元钱和 1417 万斤粮票，全国各社会团体与人民群众也纷纷为救灾工作出谋献策，这些都充分体现了社会主义制度的优越性。但是也应该注意到，外部力量终究是有限的，恢复与重建仍然要靠灾区自身的力量。因而，必须坚持救济与自救相结合的方针，以便提高抗灾救灾的实际效率。当然，灾后的救济工作是一个极为复杂的问题，如何进行救灾物资的最佳分配，提高救援物资的运送能

力，克服救济工作中的盲目性和浪费现象，这些都有待进一步深入细致的研究。

第四节 建立灾害学

人类的文明发展史，就是一部不断与灾害斗争的历史。人类在与灾害的长期斗争中并没有被各种天灾人祸所吓倒，反而逐渐加深了对灾害的认识，积累了丰富的防灾、抗灾、救灾经验，大大提高了人类在自然—社会大环境下的生存能力，增强了人类防治灾害的必胜信心。但必须看到，人类在赢得防治灾害的初步胜利的同时，也为此付出了惨痛的代价和高昂的学费。鉴于灾害的种类多种多样，灾害的成因纷繁复杂，灾害造成的影响各自不一，迄今为止人类对各种灾害的认识多处于揣测状态，还有许多我们尚未认识或无法在短期内加以认识的灾害。这就给防灾救灾、进行有效的灾害危机管理造成了巨大的困难。因此，开展对灾害的系统性研究，建立国内和国际的大系统灾害学和防灾救灾事业体系，已成为当务之急。尤其在我国这样一个易灾多害的大国，建立灾害学更应引起学术界和政府各级领导的高度重视。

（一）灾害学的性质与特点

灾害学是以灾害及灾害系统作为特定研究对象的一门学科。它研究灾害发生的原因，探求灾害形成的规律性，通过综合分析方法和预测技术来寻求灾害发生的可能机会，从而把灾害的不良影响与损失减少到最低的程度。

灾害学是一门综合性很强的横断科学，它以灾害为自己特定的研究对象。然而，作为自然—社会综合系统物质能量运动的一种特殊的表现形式，灾害现象和过程的种类是很多的，可以

说它存在于自然一社会综合系统的每一个领域和每一个发展阶段，它反映了系统的一类特殊的本质特征。由于研究对象的横断性和多层次性特点，灾害学的研究跨度很大，光凭经验知识显然是远远不够的，采用经典的、分门别类的单因素研究也是难以奏效的，必须在研究方法上有所突破和创新。这就要求灾害学研究必须以现代系统科学为基础，从自然科学、社会科学两大方面入手，开展跨学科、多学科横向会诊的综合性研究，把当代众多的相关科学技术统一规划到灾害学的总体之中，逐步创立新的灾害科学技术体系。

灾害学又是一门决策咨询科学，属于“软科学”范畴。它的研究目的不仅仅是对灾害本身的认识，更重要的是通过对各种灾害现象及其过程的规律性探求，为政府各级领导和决策机构提供理论依据，以便保证防灾、抗灾、救灾决策的科学性和合理性，进而获得经济的持久发展和社会的长期稳定。正是从这个意义上讲，灾害学又是一门软科学。

灾害学还是一门紧密联系经济建设实践的、应用性很强的科学。它的根本任务，就是要通过揭示灾害及灾害系统产生、发展和变化的规律性，更经济、更有效地控制和防治可能出现的各种灾害，把灾害给人类带来的有害影响和损失减至尽可能小的程度，从而更好地为人类的生存和社会的发展服务。为此，灾害学研究必须把软科学研究与硬科学紧密结合起来。这是因为对灾害进行分门别类的研究，既是硬科学的基本特点和任务，也是建立灾害学的基本前提。试想，如果没有对各种灾害分门别类的详尽研究，就没有对各种灾害及灾害系统的规律性认识，作为软科学的灾害学也就建立不起来了。

综上所述，我们可以把灾害学看成是一门软硬结合、注意应用、相互交叉的横断科学。

灾害学由于其特定的研究对象、研究方法和应用性特质决定了它具有如下两个特点。①综合性。是指灾害学无论从研究对象、方法，还是自身的结构和研究的目的，都具有综合性特点。它既涉及自然科学内容，又涉及社会科学内容；既有理论思维的成分，又有实践方面的设想；② 预测性。这是灾害学的一个主要特点。灾害学研究不仅仅是对灾害成因和发展进行认识，更重要的是还要借助于这种认识去预测未来，为各级决策部门提出预警。由于灾害本身的特殊原因，要想建立精确的灾害学显然是不可能的。它只有依靠硬科学知识，通过对灾害发生历史以及时空地域分布等方面的比较分析，从存在的分布概率与发生的概率中找出隐患，从而为人们提出预防的信号。这充分体现了它的预测性特点。

（二）灾害学研究的大科学体系及其内在结构

灾害学是一门大科学。这不仅是指它的研究范围、研究方法和研究途径极其广阔，而且是指它本身就是一个结构复杂的学科群体。灾害学包括众多的分支学科，彼此在层次上有着明显的区别。其整体结构可归纳如下图(图7-5)。

从灾害学学科群体的体系结构中可看出：灾害学处于最高层次上，它是综合了整个灾害研究成果而形成的学科。它内在地包含了灾害防治对策学等四个方面的内容。这也可以说是灾害学研究的宏观层次。而开展对灾害的社会科学和自然科学研究则处于这个学科体系的第二层次上，它们是灾害学研究的微观方面。两大层次之间及其内部既相互区别，又是相互联系的。微观研究是宏观研究的基础，而宏观研究又对微观研究起指导作用；离开了微观研究，宏观研究就难以深入，而缺少了宏观研究，微观研究也难以持久。可见，灾害学研究必须体现宏观与微观相统一的原则，以保证研究成果的科学性程度。再从结构体

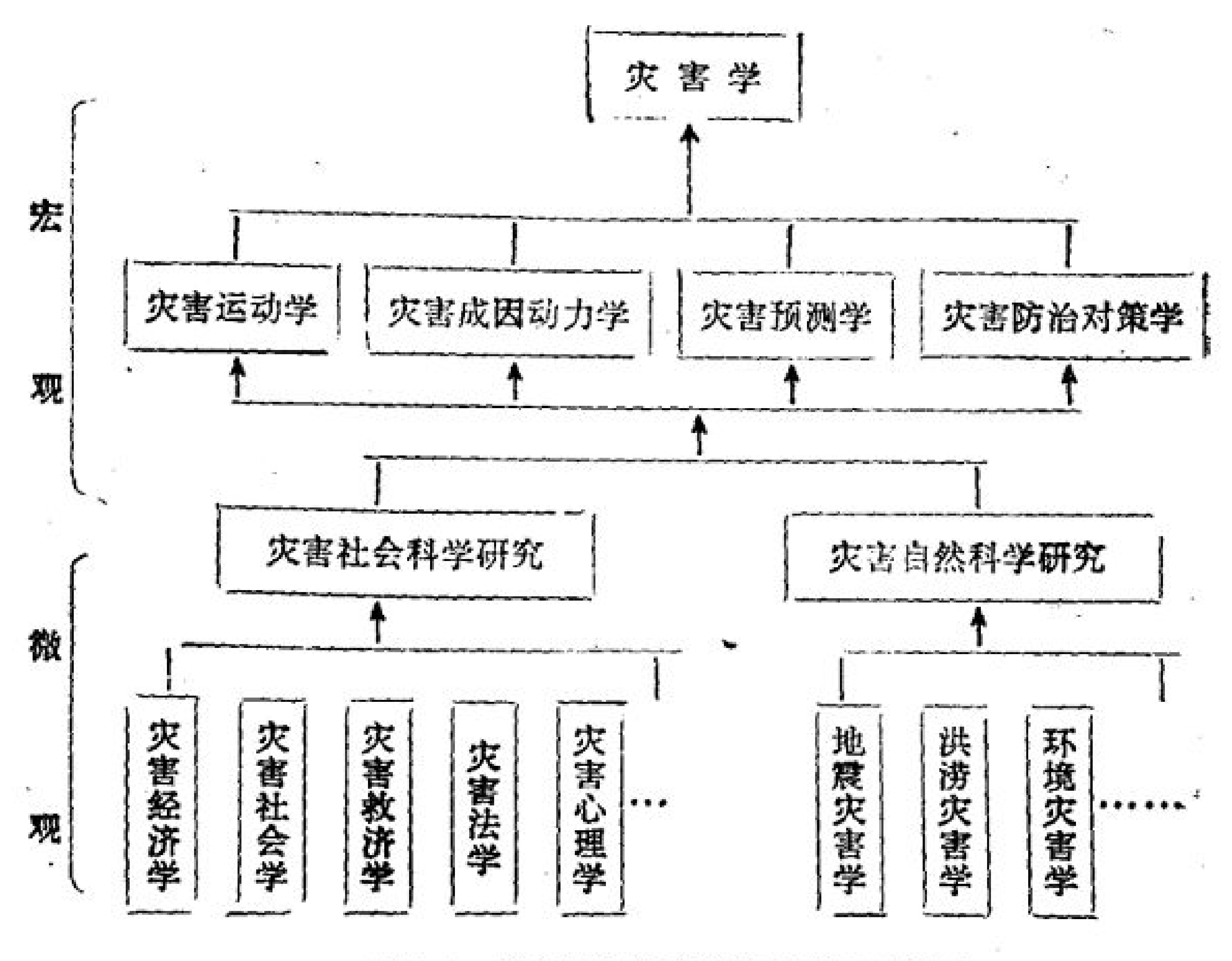


图7-3　灾害学的学科群体及其层次结构

系方面讲，灾害动力学主要研究灾害形成的过程、动力来源、作用机理、破坏作用方式等。它是灾害学研究的重要部分，同时又是微观层次研究中的基本思想。灾害运动学则侧重研究灾害发生后的各种表现形式，它有助于提高对各种灾害的破坏与扩散程度的认识，并为微观层次的具体研究提供依据。如对核泄漏事故，就必须要研究它的污染方式、途径以及传播速度等，这将有助于制订合理的防治对策。如果对灾害的运动过程缺乏认识，就难以对灾害发生后各种次生灾害作出准确估计，以致于形成决策上的失误，从而使灾害危害扩大化。灾害预测学和防治对策学则主要是针对不同的灾害类型，依据其特点进行预测及对策研究。它们同样对微观层次上的研究具有指导作用。总之，积极开展灾害学的系统研究，逐步建立我国的大系统灾害学

学科体系，必将对我国防灾救灾事业起重要的指导作用。

（三）作为整个研究体系中的最高层次的灾害学研究

1．灾害动力或成因学研究。该研究主要立足于对灾害产生的原因分析，探讨灾害的成因机理。其核心在于抓住灾害源，并以因果联系线索顺藤摸瓜。这对大多数人为灾害来讲，都是不难做到的。只要对各种可能发生灾害的事物加以仔细认识与考察，尽量顾及到各种偶然因素的影响，并通过对所有可能诱发灾害的因素进行系统分析，力争不忽略或漏掉任何能导致灾害的因素，就有希望做到胸中有数。如环境污染、车祸、火灾、核泄漏等灾害，尽管一般都发生突然，具有意外性，但又都是有原因可寻的。相对而言，自然灾害的成因分析则要困难得多。这是因为许多自然灾害往往是众多因素相互叠加的产物，关系错综复杂，需要经过深入细致乃至长期不懈的研究考察才能逐步认识清楚。灾害动力成因学是整个灾害学研究的重要环节，因为只要知道了灾害成因，就有可能采取防范对策，以控制灾害的生成和发生，即使灾害发生了，也可有充分的思想与物质准备，能够尽快地避免不必要的损失。

2．灾害运动学研究。该研究主要针对灾害的自身运动发展过程，探讨灾害形成发生的各种表现形式。其任务在于对灾害运动始状态、物理过程、破坏方式和破坏程度进行周密的科学测试，取得必要的数据。由于灾害种类繁多，各种灾害的生成机理、外在表现、损失大小以及造成的社会后果均不尽相同。这就需要对各种灾害进行分类，并在历史资料的分析基础上，尽可能找出各种灾害形成的规律性，以及灾害扩散的程度和次生灾害的多少，从而为制订危机处理计划、防灾抗灾提供科学的依据。对诸如车祸、空难、海难灾害来说，由于其形成过程短暂，影响范围较小，且不会发生连锁反应而导致其他的恶性后果，故此应主

要针对这类危机的爆发过程加强研究，以提高应急管理能力；而对诸如水灾、旱灾、核污染、地震等灾害，则要有发展眼光，及时而准确地对各种可能出现的伴生及次生灾害作出预测，正确估计其可能造成的损失大小、影响程度，以及延滞的时间，这样有利于防止灾害发生后可能出现的扩大趋势。

3. 灾害预测学研究。该研究主要是依靠各门相关学课的研究，在灾害动力成因学的基础上，通过对各种灾害的预测和监控工作，以便及时地为报告危机、疏散人员、灾后救护等危机管理决策提供准确的情报。这是一个理论和实践难度最大、用途和实效也最大的研究领域，需要多方面、多部门、多学科的协同作战，对那些影响范围很大的灾害，甚至还要开展国际间的大尺度合作；要充分发挥各方面在仪器设备、监测手段、知识领域中的优势，设立一定密度的灾害观测台站，积极开展全方位的网络监测与预报，最终建立各种灾害的监测预报系统，形成成熟可靠的预测理论和预报能力。进行灾害的预测学研究，是整个灾害学研究的目的之所在，即旨在实现预防为主，减少灾害，降低损耗的目标；而能否达到这一点，在很大程度上将直接受制于预测研究的成败。因此，加强灾害预测学的研究，应当成为灾害学研究的一个重点。我国目前灾害预测还未形成网络。主要是由于协调不够，归属有别，缺乏统一领导，加之测报力量分散，互不通气，容易造成决策上的失误。这就需要在各级政府的支持与协调下，探求最佳的灾害预测机构和网络系统，以实现高效预测。

4. 灾害防治对策研究。防治对策是对灾害危机爆发后进行有效管理的研究。该研究主要包括：灾害的危机管理，危机处理计划和应急措施；救灾领导机构的设置和职能；怎样实现自救互救相结合；专业救灾队伍的作用与协调；灾后的人员疏散和安

置；救灾的规划和尽快恢复正常秩序的措施；稳定社会形势，防止瘟疫流行，谋求尽可能多的社会援助等问题。对策学研究必须体现出针对性、实用性特征，要增加其灵活性并留有充分余地，以便于灾害发生后及时做出修整和调节，保证救灾工作的顺利进行。只要灾害研究切合实际，对策得当，我们就一定能够使我国的抗灾救灾工作进入到一个新的水平。

第八章

灾害与保险

灾害的发生无疑会对社会、企业、家庭和个人造成巨大的损害。因此，对于受灾体来说，如何在灾害发生以后迅速恢复经济秩序、组织生产、重建家园以及夺回灾害所造成的损失，就成为至关重要的问题。保险正是解决这一问题的有效途径。它在防灾与救灾、在灾后重新恢复正常的社会经济活动等方面起着极其重要的作用。

一般认为，保险就是以集中起来的保险费建立保险基金，用于补偿因灾害或意外事故所造成的经济损失，或对个人因死亡、伤残等给予补偿的一种方法。然而，就保险的本质特征而言，保险是人们应付预期风险的一种经济活动，是一种最有效的灾害经济补偿模式。保险作为一种特殊的经济活动，虽然并不是直接创造社会财富，但是，它可以通过积极、有效地参与防灾和救灾，避免灾害造成更大的损失。正是在这种意义上，保险确实间接地为社会创造了财富，显示出其存在的价值和意义。

第一节　保险与灾害经济补偿模式

自古以来，灾害就是人类社会生存和发展的巨大威胁。正是由于灾害具有巨大的危害性，人们长期以来一直在努力探索

各种抗御灾害的技术与方法，提出了许多有效的对策，对灾害造成的巨大经济损失予以妥善处理或加以补偿便是其中之一。这一对策包括两个方面内容：其一是国家建立高效能的经济补偿体系，宏观上减缓灾害引起的巨大冲击，确保社会经济活动的稳定；其二是各类经济组织采取有效措施，处理潜在的巨额损失，在微观上保障经营的连续性。

在经济上补偿灾害所造成的巨大损失主要靠财政后备、保险与自保这三种补偿形式。其他补偿形式如捐赠、救济、国际性援助、银行贷款等等，因带有极大的不确定性，只能作为辅助或补充手段。

自保即自我保险。是指集体和个人等经济组织之间的互助以及经济组织预先提留一笔应急资金和物资储备以应不测之需。这种类似于储粮备荒的作法自古有之，它对应付经常发生但损失不大的意外事故和灾害十分有效。然而，由于自保纯属自助行为，因此它必然受资金与物质积累速度与规模的制约，一般较难积累起足够的应急资金。事实上，自保因无法进行风险的转嫁，故而要想充分地补偿意外事故和灾害的损失，就必须积累一笔与自身资产基本相符的应急资金。这显然是不可能的，即使可能，在经济上也是不合算的。此外，积累这笔资金对于任何一类的经济组织来说都需要相当长的时间，如果在资金积累之始便遭受巨额灾害损失，补偿便无法兑现。因此，自保虽然是重要的灾害经济补偿形式，却不可能成为我国灾害经济补偿体系的主体。

财政后备是国家在年财政预算中安排的一笔后备基金（在财政上称为总预备费）以应付各种巨大的突发事故与灾害。财政后备实际上就是国家和地方财政用于救灾的专款。不少人一直存在这样的观点，认为财政后备既以国家的财政收入为后盾，

自然非常雄厚；由于它又是通过预算拨付的，因而根据以往多年积累的灾害事故资料，可以逐步达到合理；所以，财政后备是最理想的灾害经济补偿模式。

然而，事实并非如此。首先，财政后备基金并没有想象的那样雄厚。例如，唐山地震时，唐山市的直接经济损失达 54 亿元，国家财政用了近 10 年的时间才把它"消化"掉。1979 年以来，除 1985 年外中央财政收支年年出现赤字，在这种情况下，应付较大的自然灾害与意外事故显然会捉襟见肘。其次，财政后备的拨付不是根据对以往危险损失的测算，而是根据当年财政的收支计划确定(大致约占当年财政收入的1%)。这种预付办法也存在弊端，拨多了会影响当年国家财政的收支平衡，也不利于这笔基金的合理使用；拨少了可能不足以弥补灾害事故造成的损失。特别是中央财政规定，后备基金只限于当年使用，不得将剩余部分逐年积累下去。这样一来，当发生巨额灾害损失时，财政后备受当年收支的制约，又无以往滚存的后备积累，因此难以满足对巨灾损失的经济补偿。

保险作为灾害的一种经济补偿形式，遵循大数法则，依据分摊危险的互助原理，在科学测算各种危险损失的基础上厘定保险费率，将未来不确定的巨额损失化为固定、小额的保险支出，并通过逐年积累建立雄厚的补偿基金，为广大保险人提供可靠、及时、充分的经济保障。保险这种灾害经济补偿形式的可靠性是建立在保险契约的基础上的。所谓保险契约是投保人与中国人民保险公司通过协议而制订的有关保险活动的规定，是投保人与保险公司共同履行保险活动的依据。所以，相比之下，保险作为一种灾害经济补偿的方式，就显得较为科学、合理和可靠。

如果将保险与财政后备作一番详细比较，我们不难发现，保

险具有以下六大优点：

1. 财政补偿是一种行政手段，补偿基金的来源与使用无关，且都是无偿的。这样就容易助长地区、单位及个人等、靠、要的大锅饭思想。而保险则是一种经济手段，每一单位或个人都是以交纳保险费为主要方式的投保来换取保险公司对其因意外事故或灾害等原因造成损失的经济保障，这就使投保人精打细算，确定哪些危险可以留给自己，哪些危险可以转嫁给保险公司。此外，将未来不确定的巨额损失化为小额、固定的保险费开支，也有利于企事业单位的经济核算。

2. 由于财政后备有其特定用途，如备战备荒，应付突然的紧急事变等，因此，财政补偿受到限制很多。根据我国财政制度的有关规定，企事业单位的一般损失只能冲帐报损，而得不到实质性的经济补偿，这就意味着企业生产规模的萎缩。企业实质上所遭受的严重经济损失，或由追加基本建设投资来解决，或由增加产品的成本转嫁给消费者。但是，依靠基本建设投资来解决，不但审批时间长，影响生产的连续运转，而且还会冲击财政收支计划，冲击已安排好的其他基建项目；而靠增加产品成本，将企业灾害的经济损失转嫁给消费者，又会造成市场的波动，从而影响供求关系的稳定。保险补偿则避免了上述财政后备的缺陷，它是依据投保人与保险公司的保险合同，按实际损失确定赔款，既充分，又及时。一般赔案保险公司只需10～15天就能处理完毕，特别复杂的赔案保险公司还可预支部分赔款，从而确保企业迅速恢复生产。1988年11月15日，上海电冰箱厂重大火灾事故发生后，中国人民保险公司上海分公司立即派干部赶到现场，在案情尚未完全查清时，就及时预付保险款100万元，有效地保证了该厂迅速恢复生产所需的资金，从而使该厂避免了因停产所造成的更大经济损失。由此可见，保险这种充分、及

时的经济补偿方式可以有效避免企业因生产中断或生产规模缩小而造成的产量下降、税利减少等一系列间接的经济损失。

3．财政补偿的受益面较窄，一般只限于国营企事业单位，非国营企事业单位和个人则得不到应有的灾害经济补偿。保险补偿就一般而言，可以满足任何类型的企事业单位与个人对灾害损失经济补偿的要求。因而，在适应面上，保险要比财政后备宽得多。

4．财政补偿的资金来源是通过国家财政预算安排的总预备费。一旦灾害发生，对其所造成的经济损失的补偿要根据国家财力来确定。因此，资金来源和使用都与灾害和意外事故没有直接关系，也缺乏科学依据，实践中难免有不合情理的现象存在。保险补偿的基金则是通过测算灾害与意外事故可能造成的损失，按大数法则通过在全社会向投保人收取保险费而建立起来的，赔付则是依据合同按损失情况确定，具有科学性和合理性。

5．财政补偿由于其资金来源和使用都是单向的、无偿的，事先又没有具体的使用对象，很容易导致财政与企事业单位双方都缺乏防灾意识、忽视防灾工作。保险补偿则是一种双向义务的经济合同行为，保险人与被保险人各自的利益迫使双方都必须重视防灾工作，并通力合作。加之保险人长期、专门与各种危险打交道，经验比较丰富，因而也有利于减少灾害对社会财富所造成的损失。

6．财政补偿的实施过程中，总预备费的所有权与使用权相分离。拥有总预备费的财政部门一般只是根据实际情况下拨一定数额的救灾专款。至于这笔款如何使用才最为科学和合理则是受灾地区或单位的事情。如此，便常常出现这样的情况，一方面受灾地区或单位拼命争取尽可能多的财政补偿，另一方面有

限的财政总预备费在救灾中又尚未发挥最大的经济效益。故此，往往造成灾后救灾不得力，致使出现不该出现的更大损失。而保险补偿的整个过程都是严格按保险契约进行的。由于投保人与保险公司基于各自的经济利益都希望灾害的损失越小越好，因而，在灾后救灾过程中保险人与投保人一起自始至终参与救灾工作，想方设法来减少损失。此外，保险公司还可以通过契约督促投保人合理使用赔款，以便在救灾中发挥最大的经济效益。

总之，通过以上对三种主要的灾害经济补偿形式的分析，我们认为，保险形式的优点是极其明显的，应当成为我国灾害经济补偿模式的主体。然而，就我国现行的灾害经济补偿模式而言，财政后备仍然是灾害经济补偿模式的主要内容。因此，有必要调整我国现行的灾害经济补偿模式结构，以提高对社会财富的经济保障程度。

调整后的我国的灾害经济补偿的模式结构（如下图所示）是以保险形式为主体的。财政后备与自保形式为辅，而其他灾害补

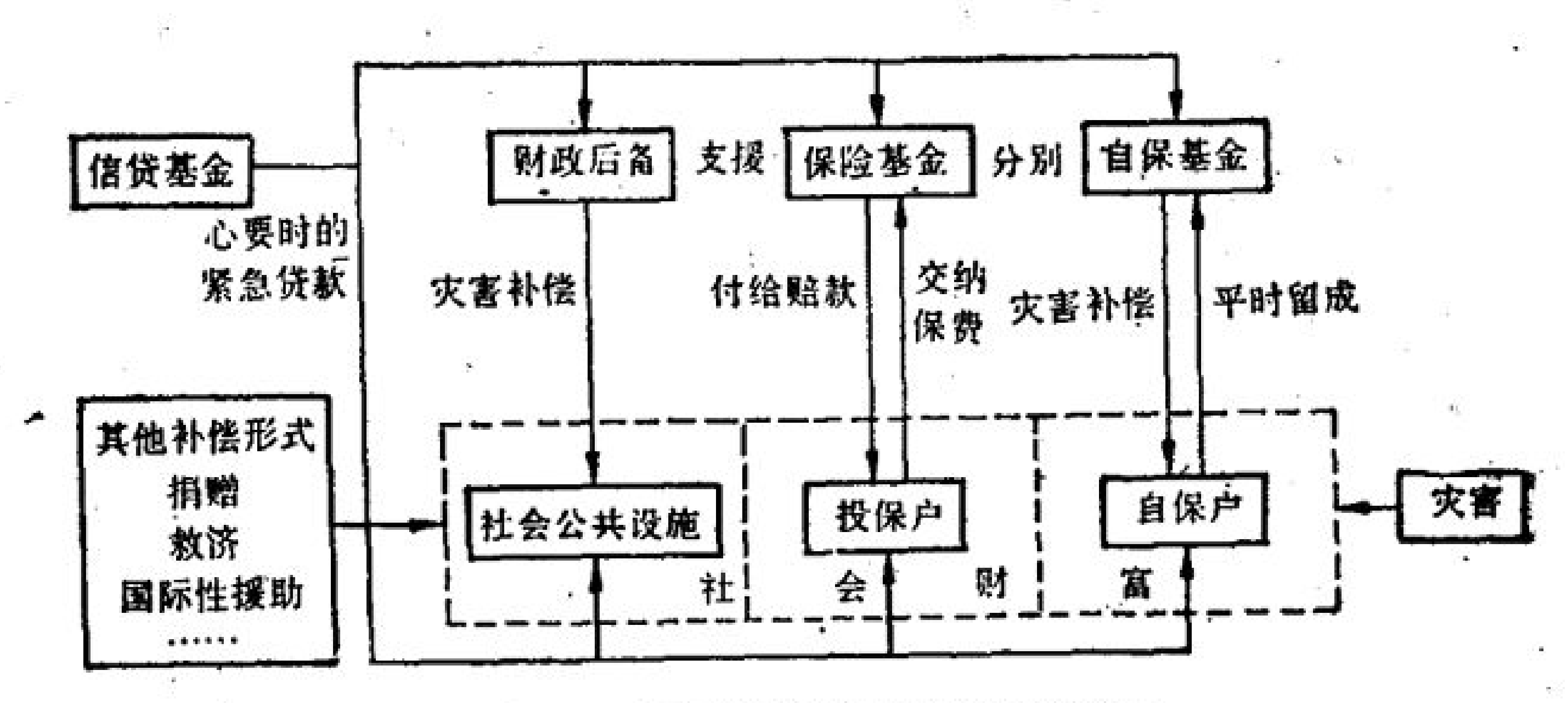


图8-1　灾害经济补偿模式结构示意图

偿形式则作为补充。此外，根据统计资料分析整理，社会公共设

施(公路、铁路、桥梁、水厂、电厂、煤矿、通讯枢纽等)约占社会总财富的 30% 左右。一般来说，社会公共设施是属于不可保财产范围，因而由财政负担这部分风险比较合适。自保的负担比例则较难确定，但依据保险理论与各国保险实践经验，财产险承保比例不可能超过社会总财富中可保财产的90%，因此，可以将自保与保险各自负担比例分别定为 10% 与 60% 。这样，一方面比较符合我国国情，另一方面又可充分发挥保险的优势；既减轻了财政对灾害风险所承担的责任，又为社会财富提供了最大限度的、可靠的经济保障。

这种灾害经济补偿模式实际上是灾害的综合经济保障体系。它的建立和实施还有待于财政、金融、保险以及灾害研究领域内的专家、学者的进一步深入研究和探讨。我们深信，在社会各界的广泛关注下，一种新型的我国灾害经济补偿模式必定会在我国建立并在现实的灾害保险活动中付诸实施。它必定会极大地促进我国保险事业的发展；有效地提供灾害风险的经济保障；减少灾害对社会财富所造成的损失；从而在我国的防灾、救灾工作中发挥重要的作用。

第二节　灾害的风险转嫁

风险是指某种损失的不确定性。根据损失产生的情况，我们又可以将风险分为纯粹风险和机会风险两类。纯粹风险只能导致绝对的损失，如灾害的风险、意外事故的风险等就都属于纯粹的风险；机会风险则是非盈即亏，它一般是指经济活动中为了追求某种机会而放弃其他机会时所具有的风险。保险所处理的风险就是纯粹风险而不是机会风险。

灾害风险其实就是灾害损失的不确定性。决定某一灾害是

否发生和发生后损失大小的因素很复杂，粗略划分一下，有以下两大类：灾因因素和灾源因素。所谓灾因因素就是指引起灾害损失的直接原因。如：火灾、爆炸、犯罪、疾病和死亡等。而所谓的灾源因素就是指在某一灾因确定的情况下，所以产生或增加损失机会的条件。灾源因素又包括实质灾源和道德灾源。实质灾源是指能增加损失机会的物的因素。如：设施极差的高速公路和毛病百出的汽车等。道德灾源则是指能增加损失机会的人的特征。如：野蛮驾驶和错误操作等。灾源因素实际上就是灾害损失得以出现和放大的环境因素。而灾害风险的出现正是在这些因素的相互作用下逐渐使灾害损失的不确定性变为确定的和绝对的损失（如图 8-2）。此外，由于灾因和灾源存在的客观性和多样性，因而灾害风险的出现也就具有了客观必然性。故此，灾害风险的含义仅在于损失出现的时间、地点和大小等难以确定的因素。

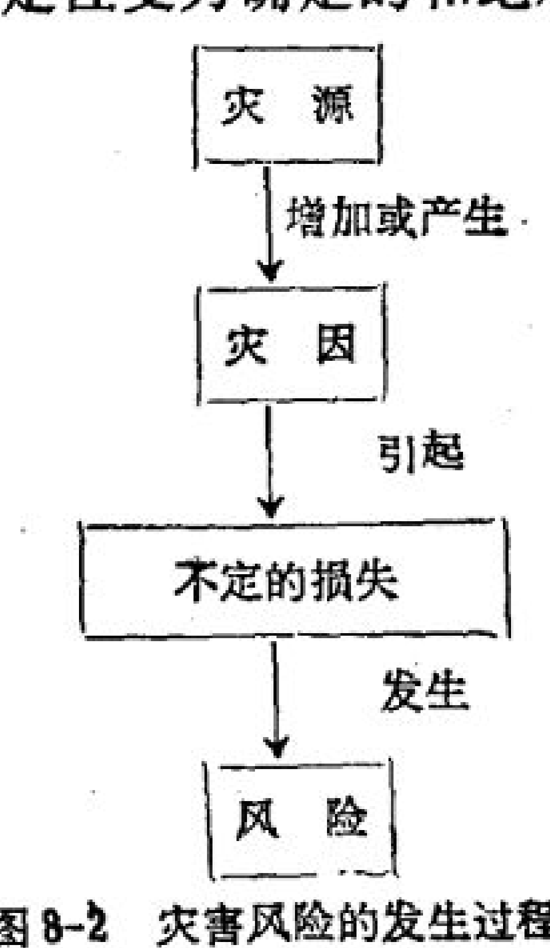


图 8-2 灾害风险的发生过程

灾害风险古已有之，自从有了人类社会以来，灾害风险就出现了。所不同的是，随着科学技术的不断发展、人类活动范围的不断扩大，灾害损失的不确定性日益增加。如今，除了自然灾害以外，人为灾害的风险也与日俱增。环境污染所造成的温室效应导致了全球性温度上升，世界性气候异常、火灾、干旱和洪涝出现的机率不断上升；城市化和工业化进程的不断加快，致使沿海城市的工业发展冒着陆沉和海浸的巨大风险；世界性人口的恶性膨胀严重影响了人类居住环境的改善；交通工

具的数量增加和速度加快使得交通灾难日益增多。自机动车辆问世以来，全世界死于各种车祸的人数就有 2200 万。根据联合国统计，在本世纪以来的 86 年中，全世界死于各种自然灾害的人数就达 450 万之众。由此可见，人类的确是生活在一个充满着各种灾害风险的星球之上。

生活在这个潜伏着各种危机的世界之中的人们在巨大的灾害风险面前，从来就不是束手待毙，而总是想尽一切办法去躲避灾害和转嫁风险。人类的这种自我保护的本能源于动物。大量有关动物的行为研究表明，动物在灾害和巨大危险来临时的所有异常表现都是其逃避灾害和转嫁风险的本能反应。在大地震前，人们所观察到的不少宏观异常现象，如鱼儿不下水，鸡飞上树，老鼠乱窜和蚂蚁搬家等都是动物在躲避灾害时的异常表现。作为一个动物群体，在集体逃避某种巨大危险时，也总是将集体的风险转嫁给少数动物。当一群斑马在受到雄狮追逐时，往往会有一头斑马故意滞留或倒下，以个体的牺牲换来群体的安全。这种风险转嫁的行为模式在危急状况下保证种群的生存和延续发挥了极其有效的作用。

人类虽早已离开了动物界，但是人类在危急状态下的行为模式却和动物有着惊人的相似，所不同于动物的是，人类在集体躲避灾害和转嫁风险时，表现得很有组织性、计划性和目的性。到目前为止，人们进行灾害风险转嫁的方式不外于以下两个：

1．物理方法。这种方法是通过采用先进的科技手段，或利用自然界某些固有的特性来承担人类应该承担的灾害风险，实现风险的转嫁。例如，采用高烟囱将废气排放到空气对流层中；将废物、废水通过管道排放到大海中等。这都是利用自然生态环境固有的自净能力来承担环境灾难的风险。再如，采用先进的科学技术从事生产、经营和管理，让科学仪器和设备以及技术装

置代替人们承担重大事故灾害风险。这种风险转嫁方法只能在一定条件下实现，即在科学技术手段极其可靠有效、环境污染物没有超过自然生态系统所能承受的容量范围等。否则，科学技术手段与自然生态系统都无法承担风险。灾害风险只能从一个地区转嫁到另一个地区，乃至全城。这种情况下的风险转嫁是极其消极的。目前有一些发达国家向发展中国家输出放射性废物和具有严重环境污染的技术与产业，采取以邻为壑的手段来达到转嫁本国环境灾难风险的目的。物理的风险转嫁方式受道德水准和科学技术的限制。道德行为的低下容易在风险转嫁过程中使国家或地区性的灾害风险转移到另一个国家和地区，甚至扩大到全球。而科学技术手段也不是万能的，它不能从根本上消除现实存在的灾害风险。一旦科学技术手段失灵，或者由于人类的麻痹或行为失当，灾害造成的损失也许会更大。所以，物理的风险转嫁方法也是有缺陷的。

2．经济方法。经济的灾害风险转嫁方法与物理方法的本质是有区别的，它不是从根本上消除灾害风险，而是追求灾害风险出现后的经济补偿。经济的方法是在经济活动中实现灾害风险的转嫁。与灾害的经济补偿模式一样，经济的灾害风险转嫁方法也有三种表现形式。

① 自救形式。它是指个人或集体在平时的经济活动中逐渐积累一定的资金和物资以备风险出现时补偿急用。这种风险转嫁形式是将风险来临时巨大的经济损失转化为平时的小额积累，通过这种经常性的小额积累降低灾害风险和减少灾害风险发生后的损失。但由于某个个人或集体在其经济活动中的积累是极其有限的，形成足够补偿的周期亦是极其长久的，加之灾害风险的极其不确定性，因而，这种风险转嫁形式很难在其经济活动中形成并发挥作用。

② 财政支持。财政支持是指由国家财政承担巨大灾害风险。个人、集体或是某个地区通过争取国家财政的支持来转嫁本地区、本单位或个人所应承担的灾害风险。诚然，国家财政相对于地方、单位或个人而言，具有实力雄厚的优势，但是由于国家财政负担很重，能用以安排承担灾害风险的基金十分有限。因而这些有限的基金只能用来承担全国性特别重大的灾害风险以及有关国计民生的重点企事业单位和公共设施的灾害风险。实际上，个人和许多集体根本是无法得到财政支持的。因而，也就无法通过争取财政支持来转嫁灾害风险。所以，这亦不是最佳的灾害风险转嫁的经济方法。

③ 社会保险。社会保险则是通过建立保险制度，由投保人与保险公司签订保险契约（合同）的方式，实现投保人向保险公司转嫁灾害风险的形式。这种灾害风险转嫁形式表面上看似乎是投保人与保险公司之间的风险转嫁，实质上，却是个人、单位或是某个地区将本地区、本单位或个人所承担的灾害风险转嫁给社会。当然这种灾害风险向全社会的转嫁并不是机械地让全社会来承担同质同量的灾害风险，而是通过按合同履行的经济活动，由各投保人向保险公司定期交纳小额保险费，由保险公司代表全社会积累基金来承担巨额灾害风险，以便在灾害风险来临时，给投保人以及时、可靠、合理的经济补偿，从而减少损失和降低风险。对于个人、企事业单位或地区来说，定期向保险公司交纳小额保险费就可以将巨大灾害风险转嫁给保险公司，在经济上是合算的，在实践上也是可靠的、可行的最佳方式。此外保险作为灾害风险的转嫁还具有经济、实惠、有效和道德的优点。

所谓经济实惠是指保险能以较小的经济投入转移巨大的灾害风险。1978 年上海半导体器件四厂发生一次火灾，直接损失

150 万元，间接损失 200 多万元。由于及时获得保险公司的赔款，工厂很快添置了固定资产和原材料，马上恢复了正常的生产秩序，在极短的时间内就弥补了火灾所造成的损失。所谓有效是指参加保险就可以成功地转嫁灾害风险；不参加保险则很难成功地实现灾害风险的转嫁，常常只能坐等损失的突然来临。1980 年 12 月 29 日，福州市滨江路一把大火烧毁了 292 户人家。其中参加了保险的 28 户很快得到了保险公司的赔款，家庭的灾害损失得到了补偿，生活马上就安定了。而其余 264 户人家的火灾损失无法得以补偿，家庭生活在较长的一段时间内，不得安定。所谓有道德是指通过保险转嫁灾害风险并不给其他个人、单位和地区增加灾害风险，也不会损害社会利益。这是由社会保险的本质特征所决定的。因为，保险的灾害风险社会承担形式是建立在合理和合法的经济活动基础之上的，因而它是符合社会日常道德规范的。

综上所述，虽然灾害风险转嫁的方法和途径很多，但是社会保险是最符合道德规范、最科学和最合理的灾害风险转嫁形式。这并不意味着保险是唯一的灾害风险转嫁形式。事实上，科学技术手段仍然是很有效的，它在很大程度上可以降低灾害风险、减少灾害风险中的不确定因素，从而为其他灾害风险转嫁形式的有效实施创造条件。此外，保险也不能承担所有的灾害风险。有些灾害风险，如社会公共设施的灾害风险就无法向保险公司转嫁，因为它们具有不可保的性质。因而，这部分灾害风险只能由国家财政承担。总之，我们应大力发展保险事业，使得保险公司成为我国灾害风险的最大“保险箱”。

第三节　防灾与保险

保险与灾害的关系，不仅在于它是灾害风险转嫁的有效方法，更重要的还在于它是防灾的主要手段之一。尽管投保人可以通过保险转嫁灾害风险，让保险公司承担部分灾害损失，但是对投保人来说，灾害毕竟发生了，损失也不可能全部转嫁出去，总归要承担一定的损失。其中有些损失，诸如人身伤亡、心灵的创伤和文化古迹的破坏等，都是经济所无法补偿的。正是在这种意义上，我们认为灾祸降临给个人、企事业单位，给国家所造成的损失是绝对的。而通过保险实行灾害风险的转嫁，只能弥补一定的经济损失，虽然有效，但仍属消极和被动之举。因而探寻更积极主动的明智策略，充分发挥保险在防灾工作中的作用，做到防患于未然，是极其重要的。

保险作为一种经济手段，它不仅具有对灾害损失实施有效的补偿的机制，而且也具有督促检查和指导防治工作的功能。保险是预防灾害的一支重要的经济力量。防灾与保险的关系主要表现在以下几个方面。

（一）防灾是保险的自然组成部分

如果说商店经营的是各种不同类型的商品，那么保险公司经营的就是各种不同频率、不同危害的危险。因而，对保险公司来说，理所当然要对危险进行管理。保险公司进行危险管理的方式主要有两种。其一是通过防灾工作提高人们对危险的控制和防治能力，从而实施对危险的管理。保险公司所进行的各种形式的防灾检查；从大量赔案分析中获得危险消息后所进行的专题防灾活动；以及应个别保户提出的特殊要求而进行的防灾服务等都属于这种方式。在一般情况下，这些防灾工作都是

保险公司组织进行的，具有实实在在的防灾内容。保险公司的各种保险业务都有明文规定应由保险公司负责危险赔偿的条款、各种不同的费率，分共保、分保和无赔款优惠条件等等。这种划分责任范围的方式，也是通过保险业务的技术处理使得危险得到控制和管理的方法。由于它们是用间接的办法来制约危险，所以管理手段又是属于软件式的管理。这两种危险管理的方法是互为因果和互相制约的。但是条款和费率一般不宜经常变动，而防灾工作则可以在不同的情况下有不同的侧重点，应具有较大的灵活性。因此，防灾工作对于危险管理来说就具有更直接和现实的作用，它是保险活动中危险管理的必要手段。

此外，由于保险公司集中了大量的灾害风险信息，通过若干保险赔款的案例研究，并经过保险公司理赔人员的实地调查、核对和分析总结，在投保人的允许和帮助下，逐年积累了很多比较全面和正确的赔款案例和防灾资料。从而能够在对众多的案例和资料进行整理和分类的基础上，对事故原因，灾害成因，以及损失情况等作出客观分析和正确评价，从中找出防灾工作带有规律性的东西，制订合理和有效的防灾措施，有力地推动防灾工作的进行。曾经以假药扬名全国的福建晋江地区，近年来，又以沉船而闻名四方。晋江拥有大小船只350多艘，其中绝大部分是200吨以下的木质船。它们经常往返于泉州——广州——上海沿海。1987年以来，该地区有些船队实行货物运输股份制以后，文盲渔民冒充船长的怪事层出不穷。他们自以为有保险公司作后盾，于是冒着风险驾破船，拼着性命赚大钱，致使违章行船造成的海损事故屡屡发生。至1988年6月止，已发生沉船事故8起，搁浅事故5起，直接经济损失达1000余万元。仅上海保险公司因货损赔款就达500万元之多。针对这一情况，保险

公司积极组织社会力量，在上海和福建两地区的港监、船检、交通、码头和航运公司等有关部门的配合下，通过对船队的调查和对货物运输船只的检查，掌握了大量有关海上运输的各种危险的信息和资料。同时，各部门又联合制定了对晋江地区船队综合管理的对策，暂停了对违章船只的保险。这样，便极大地震动了基层船队。许多船长纷纷表示要尽快落实安全措施。泉州市交通局负责人也指出：暂停保险虽对我们的压力很大，但又是促进我们落实安全航行措施的动力。在某种意义上，保险公司出面比行政措施更有效。通过这次综合治理，晋江船队的航行事故大大下降，安全防灾工作的效果十分明显。所以说保险业务本身促进了防灾工作，为防灾工作创造了良好的条件，而防灾研究的不断深入又必然会推动保险事业的发展。故此，我们认为保险业务和防灾工作具有双向推动的内在联系。

(二)防灾是保险实现自身良性循环的重要条件

对于保险公司来说，实现其自身良性循环的途径有两条。其一是运用好当保险费收入尚未变为赔款之前的时间差，把这部分积累资金予以充分利用。或用来支援城乡建设；或用来弥补巨额的赔款空缺；或以优惠方式返还保户，以赢得保户的信赖，从而不断巩固和发展保险业务，等等。不过，这在我国目前的条件下仍是较难实现的。其二是通过积极有效的防灾工作，以减少赔款支付，为降低费率，扩大责任创造条件。实践证明，防灾工作做得好将更有利于普及和发展保险事业。保险公司因之可以增加收入，国家因之也可以减少社会财富的损失与浪费。这是一个有百利而无一害的工作。1988 年 4 月，上海保险公司对全市商业集中的街道商店的电气设备进行防火检查和提供防灾服务，共发现各种电气火灾隐患 3000 多处。同年 6 月，保险公司又联合市消防部门对 358 个工厂企业进行了夜间安全管理

抽查，结果又发现灾害隐患988处，从而避免了许多重大灾害事故的发生。以上情况表明：防灾工作做与不做确实大不一样。

当今世界，灾害事故频频发生，做好防灾工作，为保险创造一个良性循环的环境就更具有现实意义。最近几年来，台风、暴雨、洪水又连连侵袭致灾，损失巨大。仅1988年广西的洪水损失就达10亿元，相当于梧州市全年的工业总产值。据有关专家调查统计，广西的12种主要自然灾害与30年前相比，竟有11种自然灾害的损失增加了4～10倍。就上海这个我国的特大城市而言，据有关方面资料表明：迫切需要解决的六个主要灾害隐患所需资金就达60～70亿元。可见情况之严重。仅1988年9月3日的一场暴雨，上海保险公司就赔款近250万元。

如此严峻的灾害状况，对于保险公司来说真是利害攸关。在本世纪最后的10年中，如果不狠抓保险防害工作，保险公司的倒闭恐怕也在所难免，国家和人民也将蒙受更大的损失。故此，保险公司应在防灾工作中作出积极反应。

（三）防灾是增强保险公司竞争能力的重要手段

毫无疑问，保险的职能作用是经济补偿。这也是保险在投保人心目中的使用价值。但是在一般情况下（除洪水、地震等特大自然灾害外），得到保险赔款的保户毕竟还是少数。当然对得不到赔款的保户也不能说毫无作用，因为至少付了保险费可以买个“放心”。但是，除了一些骗子以外，明智的企业家参加保险并不是定要得到赔款，才认为“合算”。因为如果发生灾害事故，虽然部分或绝大部分的损失可以从保险公司那里得到经济补偿，总有些损失需要自身来承担。所以，明智的企业家参加保险不仅要买个“放心”，更需要的是买个“太平”。这种美好愿望不是靠哪个人的意愿就能实现的，而是要靠扎扎实实的防灾工作。上海市虹口区有一家福利工厂，过去曾经常发生不明原因

的吸尘器火灾，弄得该厂领导和职工不得安宁，保险公司也经常因此而赔款。上海市保险公司防灾人员就邀请大专院校有关专家多次到该厂会诊吸尘器。经过专家们的剖析研究，终于找到了原因，最后更换了吸尘器型号，从而解决了这个厂的灾害隐患。该厂厂长对保险公司的防灾服务非常满意，他说："我们参加保险，并不希望得到保险公司的赔款，而希望保险公司来帮助我们做好防灾工作，使我们安心生产，无后顾之忧。"由此可见，通过防灾工作，发现保户存在的灾害隐患，然后做好防灾工作，消除隐患，使保户感到发生事故与未发生事故都有所得。如此，则人们都愿意投保，保险公司也会因之而兴旺发达，在经济活动中的竞争能力就会大大提高。

总之，保险公司搞防灾工作是一件一举二得的好事情。并且，保险公司搞防灾工作又有其独特的有利条件，如：积累和掌握了大量有关灾害和意外事故的信息资料，集中了大量长期从事风险管理的专业技术人员，以及具有处理各种复杂的灾灾和意外事故赔款案的经验和进行防灾减灾的工作能力的专家，这些特殊的有利条件决定了保险在社会防灾体系中的骨干作用和中心地位。实践证明，保险是社会综合防灾队伍的主力军，理应在防灾减灾工作中作出重要贡献。

根据苏联和罗马尼亚等国的经验，保险公司与投保人之间的保险合同应明文规定，双方都具有防治灾害和意外事故发生的义务，保险公司也应从保险费收入中提取 15%的资金用于购置消防器材，增强灾害抵抗能力，以及奖励防灾有功的个人和单位等。我国目前保险公司的防灾基金很有限，约占保险费收入的 2%左右。由于防灾的巨大社会效益，近年来防灾工作引起各地保险公司的高度重视。有的保险公司的防灾基金在不断提高；有的已经成立了防灾中心；有的建立了防灾奖惩制度；也有的正

与社会各有关部门建立信息、资料和研究人员等方面的经常性联系。在不少城市中，一个以保险公司为骨干的社会防灾保障网络正在形成。

第四节 救灾与保险

救灾就是在灾害发生以后，人们运用经济技术手段，通过有效地组织和管理，减少灾害的经济损失和人员伤亡，尽快恢复工农业生产以及社会生活的正常秩序的活动。救灾作为人们在紧急状态下的救援活动，主要有专业救治、消防与救护以及资金与物资的投入等三种形式。

专业救治是指各专业救灾队伍，根据各种灾害的不同危害特点和损失状况，运用专业技术手段进行的急救活动。如对地震、特大洪水、病虫灾害和流行性疾病等灾害的救治就必须依靠专业救治队伍利用专业技术手段来减少灾害损失。消防与救护是灾害的综合救治形式。它是由消防部门和医疗部门联合组成的综合救灾队伍。消防与救护所承担的任务是对各种灾害发生过程中或发生后引起的火灾、人员伤亡的急救。资金与物资的投入则是最为常见的救灾形式，是一切救灾活动顺利进行和取得成功的重要物质保障。它有利于人们在灾后鼓足干劲，尽快恢复生产和重建家园。

保险是一种特殊的救灾形式。虽然保险也是以资金投入的形式参加救灾活动的，但它又不像财政拨款、民政救济和社会捐赠那样具有无偿的性质，它是通过与受灾体签定保险合约，按经济合同履行救灾义务、参与救灾活动的特殊救灾形式。虽然保险参与救灾活动的方式和手段与其他救灾形式不一样，但最终目的却都是为了减少灾害损失。因此，对于被保险人来说，保

险仍不失为一种很好的救灾形式。它有助于被保险人及时获得灾害的经济补偿，从而迅速恢复生产，重建家园。1988年5月2日，罕见的雹灾在不到8个小时内竟三次袭击了河南整个商丘地区，损失极其惨重。据宁陵县志记载，这样的雹灾300年来未发生过。灾害发生以后，保险公司工作人员及时赶到现场参加救灾工作。在灾后短短一个月内，保险公司就赔款800万元，较快地恢复了商丘地区的农业生产，稳定了人们的情绪、安定了农民的生活。农民发自肺腑的心声是："天灵地灵不如保险灵"。由此可见，保险作为一种特殊的救灾形式参与救灾活动的巨大作用。

救灾本身就是保险的一个重要组成部分。这是由救灾和保险各自的本质特性所决定的。上面说过，救灾的一个最为重要的目的就是尽最大努力减少灾害损失。而保险活动条例又规定了保险公司具有赔偿被保险人因灾害和意外事故所造成的损失的义务。因此，对于保险公司来说，灾害事故的损失越大，赔款也就越多。最好的情况当然是灾害事故不发生，或即使发生了，损失也非常小。所以，保险活动的最终目的也是要尽可能减少灾害损失。可见，救灾与保险的目的是一致的。此外，保险公司只有派人直接参与救灾，才能查明灾害现场和确定灾害损失情况，也才能有效、及时和合理地实施灾害损失的保险赔款，帮助被保险人恢复生产和重建家园。事实上，也正是如此。1983年7月7日，地处洞庭湖地区的澧县城关大堤于凌晨2时溃堤决口，凶猛的洪水，就像脱缰的野马，以3米多高的浪头直向城内奔泻，淹没了半个县城，澧县棉纺织厂首当其冲，所有厂房、设备、成品、半成品、原材料、生活设施以及180多户职工的家庭财产，全部浸泡在洪水之中。全厂职工面对的是一片白茫茫的洪水。"灾情就是命令"，省、地、县三级保险公司的同志迅速

赶到现场，组织指挥抢险救灾工作，给企业带来了希望。为了支持企业尽快地进行财产的抢救，恢复生产、生活，减少经济损失的扩大，省保险公司领导当即研究决定：预付赔款50万元，以利企业迅速组织力量排水，进行产品抢救，搞好机器维修，预订和购置恢复生产所需的设备。同时，保险公司和企业共同组织人力，迅速、准确、合理、认真地进行查勘灾损，使企业迅速恢复了生产。所以，全厂干部职工无不感激地说，保险是水中送船人，洪水之中有了船，既救了厂又救了人。实践使人们认识到，企业一旦遇到"不测"，只有保险才能把企业从水"深"火"热"中救出来，支持企业的生产发展。因此，救灾作为保险的一个重要组成部分，无时无刻不在保险活动中得到反映。正是在这种意义上，我们认为保险的实质就是救灾。

保险必须为救灾服务。这也是由保险的本质特性所决定的。试想一下，如果保险不为救灾服务，听任灾害横行无忌，那么保险公司终将因无力负担巨大的灾害损失赔款而濒临倒闭。因此，在某种意义上，救灾工作开展得好坏是直接关系保险事业的前途和命运的大事。保险为救灾服务的主要手段就是为救灾准备或提供巨额基金。保险在这方面的功能是其他救灾形式所无法代替的。此外，保险除了以一种特殊的救灾形式直接参与救灾活动以外，还可以充分利用其雄厚的经济实力，丰富的救灾经验和技术优势帮助其他形式改善装备和培训各级各类救灾与管理人才。在这方面，上海保险公司为救灾做了许多扎扎实实的有益工作。1989年初，上海市保险公司为了提高市消防部门对高层建筑的救火能力，出资57万美元，从联邦德国购买了一台装备先进、可升高53米的高层云梯车，赠予市消防部门；为支持和鼓励培养安全工程技术人员，上海保险公司在上海大学设立《安全工程》奖学金，用以奖励安全工程专业的优秀学

生；举办保险杯救生员比赛活动等等，为救灾作出了保险事业应有的贡献。

综上所述，救灾与保险的关系是相辅相成的。救灾是保险的一个重要组成部门，保险又是救灾的一种特殊表现形式。救灾活动的顺利进行和最终的成功离不开保险的支持，保险是救灾的重要的经济保障，保险也需要在救灾中逐步深化对各种灾害现象的认识，掌握各种灾害的信息资料和处理措施。救灾与保险之间的这种相互溶合、相互渗透和相互依赖的关系是由救灾与保险各自的本质特征所决定的。因此，在实践中我们应该注意利用救灾与保险之间固有的内在联系，充分发挥保险在救灾中的巨大作用，有效降低灾害的经济损失，努力将人们抵御灾害、防治灾害和救治灾害的能力提高到一个新的水平。

第九章

城 市 灾 害

当今世界正处在一个城市化的时代，而城市化过程中所面临的社会问题，将成为全人类的一大威胁。人们作出这个判断，是因为当今世界人口的年均增长率为 1.7%，而城市人口的年增长率已达 3%，特别是发展中国家的城市人口，年增长率已超过 4%。城市作为人类社会生产力水平发展到一定阶段的产物，是人类文明和科学技术进步的结晶，同时又是人类创造物质文明和精神文明的主要场所。城市中集中了众多的工矿企业、生产和生活设施，建设了大量建筑物和构筑物，地上和地下生命线工程较为集中。人口密集、交通便利、信息量大、经济发达和文化繁荣等都是城市的一些重要特征。正因为如此，城市在当今社会经济发展中具有举足轻重的地位，在整个国民经济的发展中起着主导作用。

但是，由于人口和财富向城市的集中，改变了城市的自然环境和社会环境，因此大大减弱了城市对重大自然灾害的承受能力，同时给人类带来了许多社会问题，如人口膨胀、住房紧张、环境污染和流行性疾病等，从而使制订科学的城市防灾规划和建立合理的城市救灾系统成为城市社会经济发展的重要保障。

第一节　城市灾害的一般性质

如果将发生在城市中的地震、火山、山崩、泥石流、海啸、洪水、飓风、大火、环境污染、交通事故等自然灾害和人为灾害称为城市灾害的话，实际上并没有揭示出城市灾害的本质特征，而仅仅只是表示了灾害所具有的共性。这里，我们并不想给城市灾害一个严格的科学定义，而旨在通过对其特殊性的探讨，使人们加深对城市灾害的认识，从而有效地实施城市防灾、减灾、抗灾和救灾，有效地避免各类灾害对城市社会经济发展的破坏，使城市成为人们安居乐业的场所。

城市灾害的特殊性是与城市这个特殊地域在社会经济发展中的特殊地位和作用分不开的。由于城市具有人口众多、交通拥挤、工厂集中、高楼大厦林立等特性，并大都位于江海之滨，因而就决定了城市灾害具有多样性、复杂性、人为性和严重性等特点。

1. 城市灾害的多样性。城市灾害的多样性首先表现在各城市特殊的地理位置决定了城市受到多种自然灾害的威胁。地震的危险仍然存在，1976年7月28日的唐山大地震就是本世纪以来最大的城市灾害。世界上许多大城市处在地震火山威胁之中，墨西哥就是多地震国家，日本也是著名的地震火山之国，就连我国特大城市上海也处在地震波及的危险之中，1984年5月21日南黄海5.9级地震，上海就有明显的震感。由于世界上许多经济发达、历史悠久的大都市都濒临江海，所以风暴洪涝也常常降临城市，造成重大灾难。1956年9月24日，一次强龙卷风袭击了上海市，有56人死亡，490人受伤，5人下落不明。1967年11月25日，暴雨袭击了葡萄牙的里斯本，造成了900平方公

里地区洪水泛滥，有457人死亡。其次是火灾。由于自然和人为的原因，火灾亦是城市中经常发生的灾害。仅本世纪以来发生的特大城市火灾就有30起之多。其中著名的1987年11月18日英国伦敦"皇家十字"地铁车站大火，造成32人死亡，140多人受伤。再次是交通灾难。交通拥挤几乎是任何一个特大城市的通病。目前世界上各大城市每年死于交通事故的人数已远远超过一个核弹头的杀伤力。第四是环境污染。环境灾害是城市化的一个必然结果。工业文明带来的有毒污染物在城市中随处可见。澳大利亚的墨尔本、土耳其的安卡拉和墨西哥的墨西哥城，每年排放到大气中的烟雾达45万吨。据称，雅典每天死亡的人中有6个是由于烟雾的毒害造成的。罗马市中心居民的呼吸系统发病率比郊区高3倍。上海市的各类癌症和肺病的发病率也居全国之首。由此可见，环境污染已成为威胁城市居民身心健康的头等公害，城市中除了具有以上一些灾害威胁外，还有因大量抽取地下水而造成的地面沉降、流行性传染病、贫民窟以及各种刑事犯罪等灾难。

2. 城市灾害的复杂性。城市灾害的复杂性是城市灾害的又一重要特性。这主要表现在城市灾害的形成及发生过程的异常复杂，一种灾情的出现常常是由于多种因素复杂叠加而促成的。一个看起来是极其平常的事件，在城市中异常复杂的环境因素作用下都有可能促成一场巨大的灾难。由于城市环境的复杂性，还会出现一种灾害因素引起数起灾害，从而起到灾害放大的作用。以地震为例，一场轻微地震，如果震中不在城市，地震本身虽不会导致房屋倒塌和直接人员伤亡，但是却会导致一些生命线工程的损坏。地震若引起地下煤气管道的破裂，煤气外泄一旦遇火种就会酿成特大火灾并迅速蔓延；地震若引起电力系统的破坏，将会立即造成现代化城市的瘫痪，使全城陷

入一片"黑暗"之中；地震若引起供水系统的损坏，将会导致工业生产和城市居民生活的巨大困难。除了震灾之外，几乎每一种城市灾害因素都会引起其他灾害的并发。这就是城市灾害的复杂性。

3．城市灾害的人为性。城市灾害的人为性是城市灾害的最重要的特性。有人认为最严重的灾害都是发生在城市，而城市灾害往往又是自然灾害和人为灾害交叉发生的。如果说，城市的发展标志着科学技术的进步，那么科学技术的进步的负效应之一就是自然界的生态平衡遭到破坏和污染了环境，从而诱发一系列人为灾难。这是人类文明的悲剧，也是城市发展的悲剧。本世纪以来，科学技术的蓬勃发展和城市工业生产的盲目增长，使环境污染越来越严重，以致大自然个别组成成分遭致毁灭；森林、水域和许多动物种属，以及一些人们所需要的自然资源也相继受害；发达国家的工业城市上空长年弥漫着烟雾和烟尘。故此，有关专家认为，当今世界上没有一个能宣称已经解决了所有环境困难的理想城市。诚然，除了环境灾难外，城市灾害中的大火、飓风、洪水、地面沉降、交通事故以及刑事犯罪等都直接或间接是由人为的因素造成的。因此，人为性是区别城市灾害与非城市灾害的总体标志。它在根本上反映了城市灾害的本质，是城市灾害最有代表的特征。

4．城市灾害的严重性。为什么同样的灾害发生在城市就会造成巨大的人员伤亡和财产损失，而发生在乡村则几乎没有什么人员伤亡和财产损失？发生上述现象的原因就是城市具有人口众多、财富集中、工业发达等基本特征，正是这些基本特征决定了城市灾害的损失是巨大的。1985年9月19日墨西哥城大地震，震中在距墨西哥城400公里以外的大海中。然而，在这次地震所波及的地区中受灾最重的却是墨西哥城市中心。为什么离震

中较远的地区却受灾最严重呢？经过各方专家的深入研究和广泛调查，原来，造成墨西哥城毁坏严重的一个重要原因是过量汲取地下水资源。墨西哥城建在一个古湖盆之上，其用水只有10%是来自城外，每秒却要抽取16立方米水送给居民和工厂。在1500平方公里的城区中，居住着1800万人，建造了16万家工厂，它们几乎把古湖盆中的地下水都采尽了，因此造成了地面严重沉降，建筑物基础极不牢固，地震一来便遭受了巨大的损失。正是墨西哥城的用水方式决定了地震必然会给它带来严重的危害。城市都是区域性和全国性的重要经济支柱，因而，城市灾害的发生所造成的经济损失往往是极其惨重的。上海市每年的财政收入为150多亿，占全国财政收入1/7的左右。如果上海的城市灾害影响到全市的工农业生产，一天的损失就达几千万元之多。由此可见城市灾害的严重性。

以上我们列举了城市灾害的多样性、复杂性、人为性和严重性等四个特性。这四个特性之间并不是彼此孤立、没有联系的，而是相辅相成和彼此交融的。其中最为关键的是城市灾害的人为性，它是城市灾害本质的反映。因此，在城市灾害的防治中，有效地防治城市人为灾害的形成和发生就成为至关重要的问题。我们认为，通过对城市灾害特性的深入研究将会有助于我们成功地抵御城市灾害的袭击，使我们的防灾、减灾和救灾工作有效地保障城市社会经济的发展。

第二节　城市防灾性能评价

城市防灾性能评价是人们研究城市防灾的一种科学方法。为了发挥城市在经济发展和社会进步中的中心作用，加强和改善城市防灾性能是十分必要的。正像医生给病人看病一样，首

先必须通过检查和化验，对病人的身体状况作出综合评价并给出正确的诊断，然后才能对症下药进行治疗。在城市的防灾工作中，同样也需要对城市灾害进行广泛、深入、全面的监测和调查研究，根据调查和监测的结果进行统计分析和计算，对城市防灾性能作出综合评价，找出防灾中存在的问题，然后才能有针对性地制定改善和提高城市防灾性能的规划和措施。

以往在进行城市防灾性能的评价时，多从单个灾害出发，通过对灾害的大小、发生频度、发生概率、随时间的变化、地域分布及其影响等方面的研究来进行。但是在实际生活中，绝大多数城市灾害的发生并不是以单个灾害的形式出现的，而是多因子联合作用的结果。以地震为例，虽然震中在城市的概率很小，但是城市的附近发生的地震对城市也有重要影响。除了房屋倒塌和人员伤亡等直接震灾损失以外，由于震动破坏还会引起城市地下管道破裂，引起工矿企业中大量易燃、易碎、有毒、有害物质的失控，从而造成巨大的环境污染灾害。此外，地震还会破坏城市车站、机场、港口、隧道、地铁和高速公路，使整个城市的交通陷于瘫痪，给城市社会经济发展造成巨大损失。由此可见，对于城市来说，多种潜在的致灾因素相互叠加是最为可怕的。因此，在城市防灾中，查明多个因子之间的关系及其对城市灾害的影响程度是极其重要的。城市中存在着难以计数的灾害因子，但并不是每一个灾害因子都有可能促成灾害。故此在研究防灾性能时，需将各种与城市社会经济发展和居民生活密切相关的因子从灾害因子总体中抽取出来，并根据这些因子对城市经济发展和社会进步影响的大小进行归纳和整理，对大量的灾害监测数据和调查材料进行系统分析和性能指数计算，从而在宏观上表征出多因子的联合作用，同时描述出城市灾害的时间、空间过程特性。这项工作对了解城市防灾性能的总状况、制定城市

防灾规划，以及开展城市灾害预报和紧急救护都具有重要意义。

性能就是事物性质和能力的反映，是可以认识和度量的。城市防灾性能则是城市防灾能力强弱的反映。它可以用建筑保护能力、生物保护能力、人群健康保护能力和人群生存保护能力等指标来度量。有了大量的监测数据和调查分析资料，在统一的基础之上，就有可能把城市防灾能力定量化，建构城市防灾能力综合指标体系，作为城市防灾能力的评价工具。这样，我们对城市灾害及城市的防灾能力就有了一个数量和质量的认识。地区与地区、城市与城市之间的防灾能力的强弱就有了一个客观的评价标准。

城市防灾性能评价包括"现状评价"和"预断评价"。现状评价是指对城市防灾性能的现状进行评价；预断评价是指城市在今后的开发活动中，由于土地利用方式的改变，将会给城市防灾性能带来的影响。无论是"现状评价"还是"预断评价"都旨在城市发展过程中找出防治和控制灾害的重点，为城市防治规划和城市建设规划提供理论依据。

城市防灾性能评价面对着多种多样和错综复杂的灾害总体，因而在评价过程中，必须有一个科学的、合理的程序，以保证既能细致解剖各种灾害的主要特点，又能始终把握灾害的总体特征。

城市防灾性能评价包括灾源评价、灾害监测、综合评价、预测研究、基本调查、模拟实验、系统分析和防灾规划等内容。各城市根据本地具体情况，其做法可各不相同，但大致都应包含以下步骤（如图 9-1 所示）：

① 灾源调查。灾源是灾害形成和发生的起始点，如地震的震中、火灾的发火点、污染物的排放口等。灾源调查包括研究灾害发生的概率及其危害的大小，综合评价灾源对城市的潜在

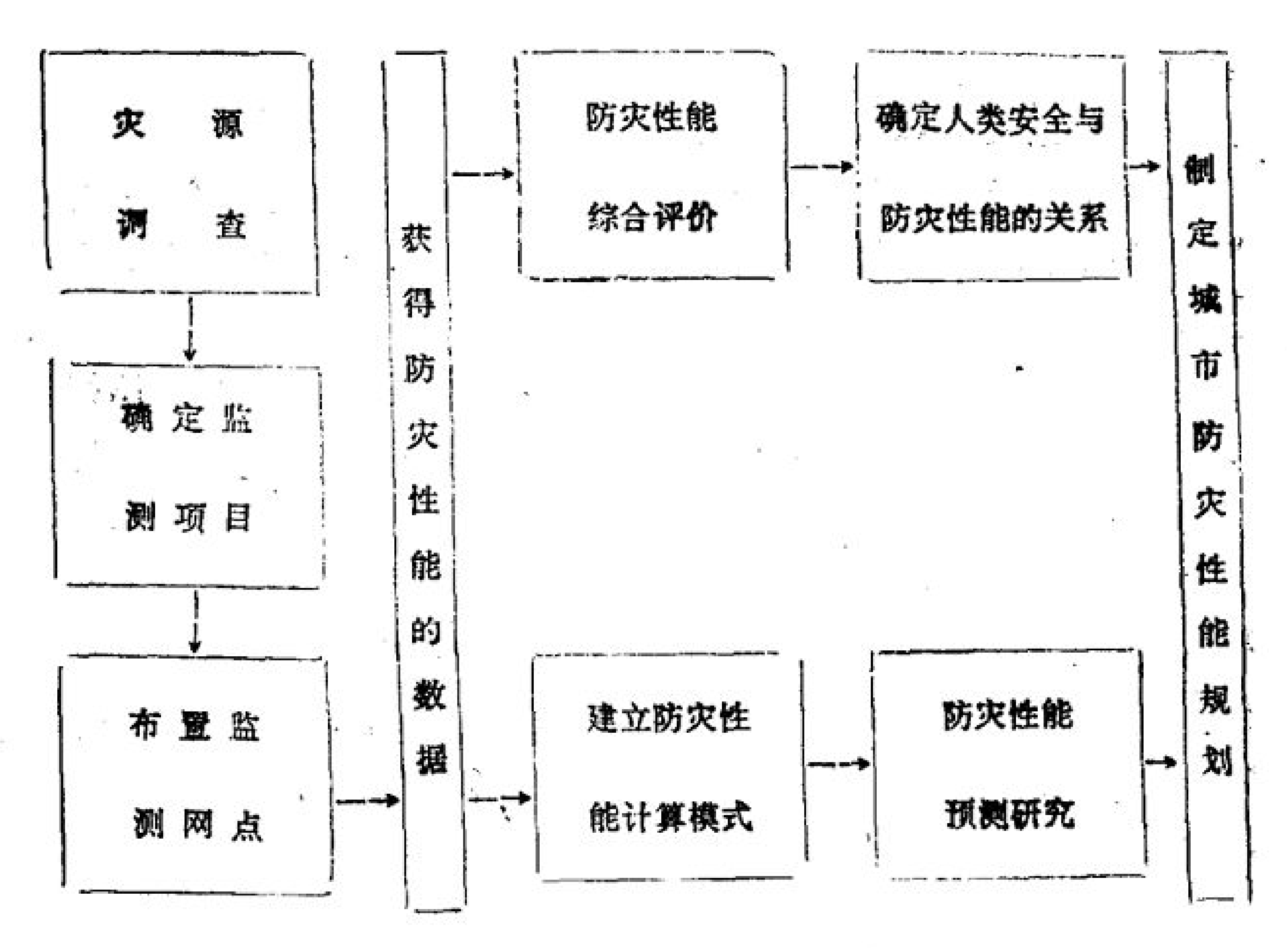


图 9-1　城市防灾性能评价程序

危害作用，找出该地区主要灾害的灾源。② 确定监测项目。在灾源调查的基础上对灾害进行分类，确定哪些灾害是本地区的主要监测对象。③ 布置监测网点。根据工业、农业和城市各物质要素分布特点及自然条件，规划合理的监测网点。④ 获得有关防灾性能的数据。采集具有代表性的样品，通过测试，获得可靠数据。⑤ 城市防灾性能综合评价。对监测数据进行标准化计算，合理叠加，用作图方法显示城市各处综合防灾性能的状况。⑥ 确定居民安全与防灾性能的关系。统计计算各种灾害死亡率与防灾性能之间的相互关系，确定居民安全与防灾性能的关系。⑦ 建立防灾性能计算模式。以监测数据为基础，综合室内模拟实验结果，确定模式中反应城市区域性的参数，建立符合城市实际情况的计算模式。⑧ 防灾性能预测研究。将未来

城市规划数据和防灾措施数据代入模式，研究随着城市的发展、防灾措施的落实，城市防灾性能的未来变化趋势。⑨制定城市防灾性能规划。根据已确定的影响城市发展和居民安全的主要灾源和主要灾害，提出城市防灾的近期实施计划和远期布局方案。

城市灾源调查，是城市防灾性能评价的基础性工作，是搞好城市防灾性能评价的关键。各种灾源所产生的物质危害和精神危害，是危及城市发展和居民安全的主要因素。因此，城市灾害的种类、性质及危害程度，是决定城市防灾性能好坏的主要系数。所以，在进行城市防灾性能评价时，首先应尽可能采用一切途径查明城市地区灾害的灾源和危害程度，并作出科学的评价。在评价中必须建立一个标准化的评价计算方法，即建立一个可比的指标体系。通过比较，可以确定城市的主要灾害。

在对城市灾害进行普查的基础上，进一步确定城市的主要灾害和主要灾害诱发因素，以便决定城市的灾害特征。任何一种灾害诱发因素都可作为防灾因子。研究的灾害愈多，愈能全面反映防灾要素的综合质量。但选用太多，往往增加监测工作量。因此，首先可从选择城市地区自然灾害和环境灾害中有代表性的灾害作为参数。在调查有特点的地区时，可针对城市所处的地理位置和灾源特点，补充一些有针对性的环境灾害作为参数。

人体健康、物质文明和生态状况，是进行城市防灾性能评价的基本出发点。因此，应对各种不同性质的灾害，各种不同量纲的因素，进行标准化计算，统一在同一的量纲上，以便在城市防灾性能评价的过程中对各种不同的灾害及其环境因素进行统一的比较和运算。以环境污染为例。由于污染物对城市人体健康和生态状况的潜在危害，是由污染物的排放量和毒性共同决定

的，因此，可以建立一个系数来表达各种污染物对环境的潜在危害能力，即

$$C_i = \frac{m_i}{d_i}$$

式中：C_i——第 i 种污染物的环境排毒系数；

m_i——第 i 种污染物的排放量；

d_i——能够导致一个人出现中毒反应的第 i 种污染物的最小摄入量（由病理学实验所得出的毒作用阈剂量值计算求得）。

C_i 值的意义是表示当第i种污染物充分、长期作用于人体时能够引起中毒反应的人数。C_i 值是一个反映第i种污染物排放水平的系数与任何外界环境的影响无关，因此可以作为污染源评价的一个客观指标。

在得知一个城市各种污染物的排放总量之后，可以计算出各自的 C_i 值，C_i 值愈大，对环境污染的潜在危害能力就愈大。根据 C_i 值的大小，可以从中选定主要污染物（环境污染灾害要素）。

一个工厂对环境的潜在危害能力，可用该工厂排放的各种污染物的排毒系数之和$\sum C_i$ 表达，比较各工厂的$\sum C_i$ 值，即可判断主要污染源(环境污染灾害源)。

对于自然灾害来说，其对城市发展的主要威胁是危害物质文明和人身安全。自然灾害对物质文明的破坏和对人身安全的威胁，既与灾害所具有的能量有关，也与城市遭遇这些灾害的概率有关。因此，自然灾害的潜在危害能力可用下式所示的系数表示：

$$n_j = \frac{e_j P_j}{g_j}$$

式中：n_j——第 j 种自然灾害的破坏系数；

P_j——第 j 种自然灾害侵袭城市的概率；

e_j——第 j 种自然灾害所具有的能量；

g_j——第 j 种自然灾害在构成单位物质文明的破坏（或人员伤亡）中所消耗的能量。

n_j 值表示第 j 种自然灾害作用于城市时对物质文明和人身安全带来灾难的平均值。它是一个反映自然灾害平均危害水平的系数，不反映任何外界的影响，因此可以作为自然灾害评价的一个宏观指标。在计算出各种自然灾害的破坏系数 n_j 值后，即可由 n_j 值的大小，决定城市的主要自然灾害（自然灾害要素）。

对于其他灾害，情况比较复杂。有些灾害，如火灾、爆炸、交通事故等，与自然灾害有许多相似之处，其破坏系数可用下式表示：

$$O_k = \frac{P_k Q_k}{H_k}$$

式中：O_k——第 k 种其他灾害的破坏系数；

P_k——第 k 种其他灾害侵袭城市的概率；

Q_k——第 k 种其他灾害所具有的能量；

H_k——第 k 种其他灾害在构成单位物质文明破坏（或人员伤亡）中所消耗的能量。

还有一些其他灾害的破坏作用也相当大。战争对城市无疑是一种灾难，但要进行定量研究是极为困难的；人口膨胀、政策失误、决策不当、市场不稳、刑事犯罪、道德败坏、能源短缺等，对现代城市来说都是不可低估的灾害，有许多定量研究的课题有待于进一步探索。

环境排毒系数 C_i、自然灾害破坏系数 n_j、其他灾害破坏系

数 O_k 以及它们各自的总和，从不同的角度反映了城市的灾害特征，可为城市防灾规划提供依据，也可用于城市之间灾害特征的定量比较。对 C_i、n_j 和 O_k 的各个总和值赋予相应的权重，则可得城市灾害破坏指数：

$$S=\omega_c\sum C_i+\omega_n\sum n_j+\omega_0\sum O_k$$

式中：S——城市灾害破坏指数；

ω_c——环境排毒破坏因子权重系数；

ω_n——自然灾害破坏因子权重系数；

ω_0——其他灾害破坏因子权重系数；

$\sum C_i$——环境排毒破坏因子；

$\sum n_j$——自然灾害破坏因子；

$\sum O_k$——其他灾害破坏因子。

根据以上方法，可初步判断出城市灾害中的主要灾害和主要灾源。

科学、合理、正确的灾害监测，能够较为真实、全面地反映城市防灾性能的客观情况，使评价所描述的防灾性能较为细致、真实和全面。城市灾害监测的基本原则如下：

(1) 根据灾害监测的不同目的，选择灾害监测方案。

(2) 城市灾害监测网点的布局，应力求以最少的布点控制最大的面积。根据自然条件、灾源特征及其周围的条件布置监测网点，力争合理正确。网点密度应因地制宜，以达到满足评价的目的为原则。

(3) 选择的灾害监测项目必须具有代表性，力求以较少的项目真实地反映评价地区的主要灾害状况。对于破坏性强、概率大的灾害，必须列入监测项目，以便较客观地反映评价地区的防灾性能。

(4) 监测必须用科学的方法采集样品，使采集的样品具有

真实性。根据灾害的特点决定采样方法和采样频率。样品的保存方法和处理方法都应该十分可靠。

城市灾害监测是为城市防灾性能评价服务的。因而，除对城市灾害本身进行监测之外，还应对城市灾害的诱发因素和预后因素进行有效的监测。在某种意义上，城市灾害的诱发因素和预后因素对城市防灾性能评价来说比城市灾害本身更为重要。为什么有些同样类型的灾害发生在乡村所造成的损失就没有其发生在城市所造成的损失大？其中一个重要的原因就是灾害的诱发因素和预后因素不一样，亦即灾害所形成和发生的环境不一样。因此，在城市防灾性能评价时必须对城市灾害环境信息给予足够的重视。

第三节　城市防灾规划

城市灾害的特征取决于城市灾害环境状况，因而城市防灾性能的好坏也是由城市灾害环境所决定的。城市防灾规划实际上就是城市灾害环境的治理方案。在城市灾害环境的众多内容中，城市总体布局就是一个重要的方面，所以，它理应成为城市防灾规划的主要内容。城市总体布局除受到城市性质、规模及产业结构的影响外，还要受用地大小、地质、地貌、山脉、河流、气象和水文等自然因素的制约。

城市用地构成，一般可分为工业区(轻工业和重工业)、生活居住区(住宅、行政、商业服务和文化体育等)、联结区内区外和市内市外交通运输设施(车站、港口和机场等)、为城市生产、生活服务的公用设施(动力、热力、供水、污水处理和垃圾处理等)。它们各自对防灾质量有着不同的要求，同时又给城市带来了不同特征的灾害因素，使城市防灾具有鲜明的个性。如易燃

物资较多的轻纺工业应重视火灾；石油化工工业、油库、煤气站和火药库等，不仅要防止火灾，而且要防止爆炸；道路设施要注意交通安全、噪声和尾气的扩散；严重污染性工业的灾害因素多属综合性污染物（毒气、污水、废渣），污染物量大而集中，要妥善处理，防止给职工和周围居民带来灾害；居住区灾害因素较少，本身亦对防灾性能有较高的要求，应防止外来灾害因素（如装载危险品的车辆、附近工厂的三废排放和噪音等）的进入；临江城市要做好防汛工作；靠山城市要做好对洪水、滑坡和泥石流等的防治工作；规划林带和草坪是十分重要的，绿地不仅灾害因素极少，而且有较多的抗灾因素，故而是避灾的好地方。

在城市总体规划中，如何根据不同的人口密度、城市各项用地特征和防灾条件，按照城市的性质、规模及产业构成来处理好各项用地之间的关系，改造旧有城市的灾害环境，创造一个城市生态群落与防灾系统之间的良好结合条件，是城市总体布局的重要任务之一，也是城市防灾规划的中心。其中合理组织城市交通运输和城市园林绿化是改造旧有城市灾害环境的有效途径，是进行城市防灾规划的突破口。

现代城市交通运输，是城市与城市之间、城市各功能分区之间以及各区内部联系和交往的工具，在很大程度上影响着城市的工业、仓储、居住、行政、商业等各项用地的分布和城市的基本格局。当灾害发生时，城市交通运输又是进行救灾活动的重要通道，对减轻灾害损失具有重要作用。

城市交通运输，按其功能可分为市内交通运输和对外交通运输。按其运输方式则可分为三类：一是陆路运输，包括公路、铁路及其站场；二是水路运输，包括海运、河运及其港口码头；三是航空运输，包括远程机场和直升飞机场站。各种交通运输方式都有其不同的特点和技术经济要求，它们共同的特点是：①

各种交通工具都是物资、能源、信息、文化、经济以及防灾救灾等的联络工具，为人类一切社会活动提供经济方便的条件；②各种交通运输工具在运行中均产生不同程度的废气、噪声和振动，给城市带来了不同程度的公害，并且交通事故也时有发生，造成了比战争还要巨大的人员伤亡和物质损毁，是城市的一大灾难。因此，要综合考虑城市道路网和各种交通设施在城市中的布局，使之方便直捷和密切协作，从而提高运输效率、保障交通安全、减轻城市交通对环境的污染、节约能源消耗和城市用地，最终有效地改善城市灾害环境，提高城市防灾性能，充分发挥城市在区域社会经济发展中的中心作用。

城市园林绿化对改善城市的防灾性能也有着极其重要的作用。根据一些学者对森林、树木、竹林等的试验和研究表明，它们具有放氧、吸毒、除尘、杀菌、减噪声、防风沙、蓄水、保土、调节小气候和对有害物质的指示监测等作用。植物对环境污染物的生态反应及其在改善和净化环境中的作用，是人们用以监测环境和保护环境的重要手段和有效途径。园林绿化则是在对有害物质（废气、废水、废渣）、噪声和放射性等分别治理后，综合防治其对环境（大气、水质、土壤、动物、植物）污染的最经济和最有效的措施。掌握各种植物的特性，根据环境特点和防灾要求，科学地组织城市各类园林绿化，则能使植物在保护环境、美化环境和防止灾害中发挥巨大作用。

众所周知，绿色植物通过光合作用，吸收二氧化碳并放出氧气。而绿色植物的呼吸作用所吸入的氧气只是其光合作用放出氧气的5%左右，从而使大气中含氧量得以补充，不致使二氧化碳成为灾害。据统计，地球上全部植物每年所吸收的二氧化碳为 93.6×10^9 吨。通常一公顷阔叶林每天可以吸收1吨二氧化碳，同时放出0.73吨氧。只要10平方米的森林，就可以把一个

人一昼夜呼出的二氧化碳吸收掉。对于生长茂盛的草坪，每人有50平方米即可保持整个大气含氧量的平衡。现代城市耗能大，放出的二氧化碳也多，植物吸收二氧化碳和放出氧气的作用就显得尤为重要。

在城市大气中，还有二氧化硫、一氧化碳、氟化物、臭氧、氯、氯乙烯等有毒气体，植物对这些气体均具有不同程度的吸收或指示作用。

大气除受有毒气体污染外，还受到大量粉尘的污染。据统计，地球上每年的降尘量达到1×10^{6}～3.7×10^{6}吨。许多工业城市每年每平方公里平均降尘量为500吨左右，个别城市甚至高达1000吨以上。同时，工厂排放的烟尘中含有碳粒、尘埃和铅、汞、镉等重金属粉尘，也使得看起来细微的尘粒实际上量大而有毒。植物是天然的空气过滤器和吸尘器，可以降低粉尘对大气的污染，有的植物（如烟草、常春藤、冬青等）还有吸收和净化汞的能力。所有的植物都有吸尘作用，根据环境的特点，正确选择和确定树种、种植方式、绿化面积及分布格局等，就能充分发挥园林绿化的滞尘作用。

空气中的各种有毒细菌多随灰尘传播，植物的吸尘作用可大量减少其传播，此外植物本身还能分泌出具有杀菌能力的挥发性物质——杀菌素。洋葱、大蒜汁能杀死葡萄球菌、链球菌及其他细菌。桦木、银白杨的叶子在20分钟内能杀死全部原生动物，桧柏只要5分钟、法国梧桐只要3分钟、柠檬桉只要2分钟也都能杀死全部的原生动物。柠檬桉叶放出的杀菌素可杀死肺炎球菌、痢疾杆菌及多种致炎球菌和流感病毒；桧柏、松树可杀死白喉、肺结核、伤寒、痢疾等病菌；某些香料林木也有消灭结核菌的作用。

植物除了具有净化空气的作用之外，还是天然的吸声器。

据测试，绿化的街道比不绿化的街道可降低噪声8～10分贝。植物如组成林带后，隔声作用更为明显。其效果与林带宽度、树冠高度、枝叶密度及树种有关。由二行桧柏及一行雪松构成不同宽度林带的试验表明，噪声通过18米宽的林带后，降低了16分贝；而通过36米宽度的林带后，降低了30分贝，通常比空地上同距离的自然衰减量多10～15分贝。可见有林带比无林带效果好，而林带宽比林带窄的效果更好。诚然林带过宽则占地过多，这就需要进行科学规划和合理布局，以充分发挥园林绿化对城市噪声的消减作用。

绿色的林带植物还可以防止风沙、保持水土和调节气流。在城市防灾规划中，园林绿化可作为城市防止风沙和调节气流的主要手段。位于城市冬季盛行风向上风向的林带，可有效地降低风速。一般由森林边缘深入林内30～50米处，风速可减低30～40%，深入120～200米处，则平静无风。在夏季，则又会产生林源风，起到调节城市小气候的作用。公园与城市空场比较，其风速平均减小62%。有风时绿化能防风，无风时由于绿地气温较低，冷空气向空旷地流动而产生微风，可以调节气流。植物的防风沙效果还与绿地结构有关。在同样条件下，8行林带可减低风速50～60%，2行林带只能减低风速10～15%。但也并非林带越密越好，多行疏林相对成片密林来说，防风效果要更好。

在炎热的夏天，有人测得空旷的广场上空离地面1.5米处的最高气温为31.2℃，而地表最高温度可达43℃，这就使人同时处在日光直接照射和地表热辐射的双重影响下，严重影响城市居民的健康。而绿地中的地温要比空旷广场的地温低得多，一般可低10～17℃，因此园林绿化区域可成为人们防暑降温的良好场所，从而缓解酷暑所带来的灾害。

植树造林不仅有降温作用，而且能提高绿化区空气相对湿度。城市中有绿地与无绿地相比较，空气湿度相差10～20%。由于植物具有截留降水和保持水分的作用，因而对洪水、水土流失及干旱等自然灾害都有一定的防治作用。

综上所述，城市防灾规划是实施城市灾害综合治理的重要手段。而城市防灾规划的重点则在于有效地改善城市生态环境，消除城市灾害形成和发生的诱发因素和预后因素，这是城市灾害综合治理中的治本措施。因此，在城市发展过程中，应严格控制城市发展规模，使城市中各功能区域与环境特征相适应；重点工业项目应做到布局合理，避开灾害敏感区域；生活、交通、文化和教育设施应与城市生态环境保护一起综合考虑，统筹规划；在制定城市建设规划的同时，做好城市防灾规划，使城市交通运输和园林绿地布局合理，有效改善城市生态环境，充分发挥城市环境改造在城市防灾工作中的巨大作用，从而最大限度地避免城市灾害的发生。诚然，除了城市防灾规划之外，还必须建立一套有效的城市救灾系统，以便在城市灾害突然发生时能迅速采取有效措施，从而使灾害损失降至最低限度。

第四节　城市救灾系统

城市救灾系统是城市灾害紧急处理的情报信息系统和组织管理系统。在城市灾害尚未发生的时期中，城市救灾系统的作用主要是制定和调整城市灾害处理计划；而在城市灾害发生的紧急时刻，城市救灾系统的作用是实施灾害处理计划，进行紧急救治，以最大限度地减少灾害损失。城市救灾系统一般由四个部分组成（如图9-2所示）：决策机构、指挥机构、执行机构和监测机构。决策机构由领导小组和发言人组成。领导小组不仅是城市

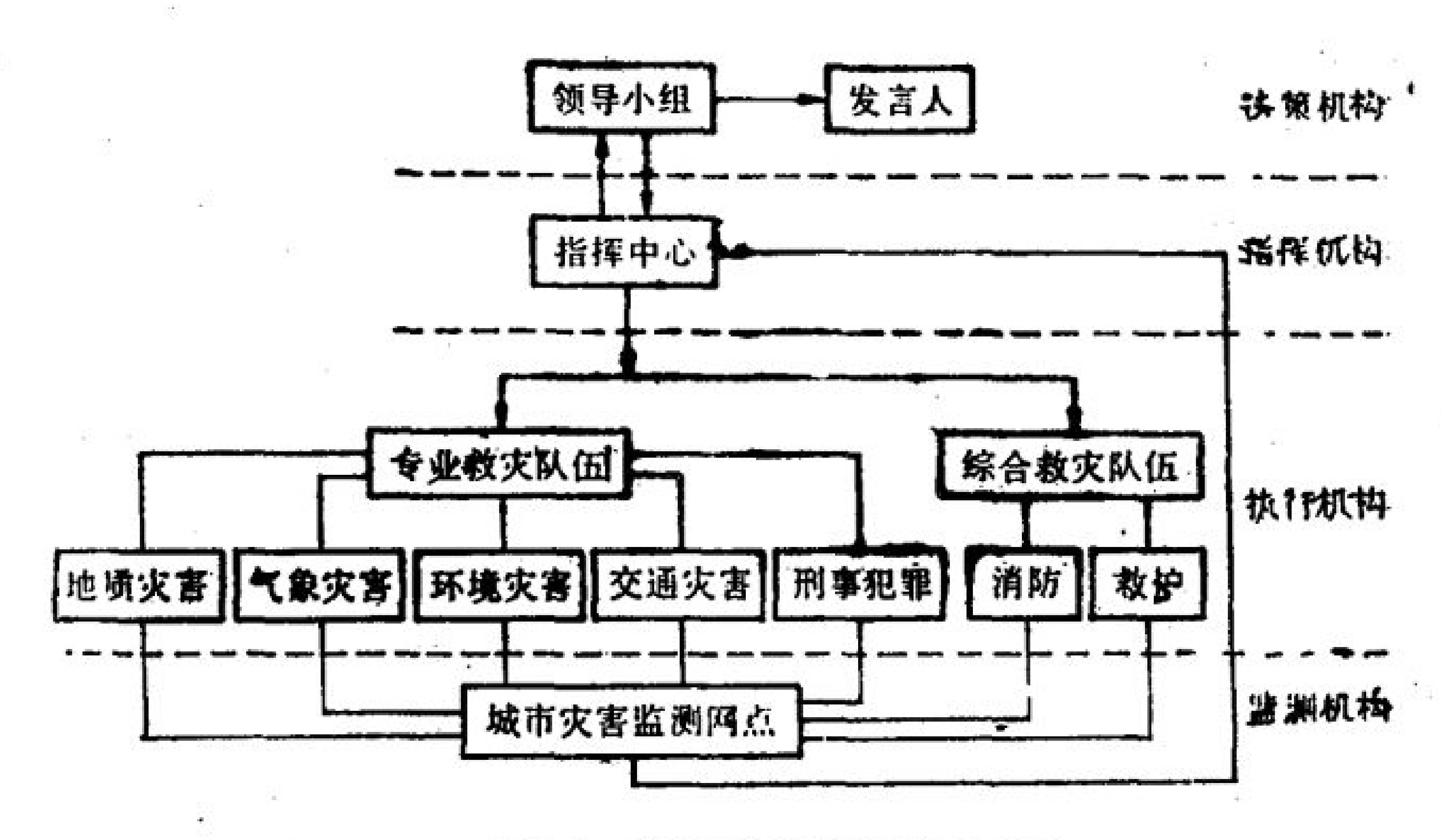


图9-2　在城市救灾系统工作示意图

救灾系统的最高决策层，还应是全市防灾、抗灾的主要负责人，因而领导小组组长应由市政府分管市长兼任，成员则应由各有关部门负责人组成。发言人则是领导小组的常设机构，一般情况下由他代表领导小组进行新闻发布和接受质询。指挥机构是在领导小组领导下工作，在紧急情况下具有指挥救灾的全权。根据国外经验和我国城市的实际情况，指挥机构应在市公安局设立常务指挥中心，由分管副局长负责。指挥中心同时也应是城市灾害的信息情报中心。综合救灾队伍和专业救灾队伍应是城市中常设的二支救灾队伍，在指挥中心的统一指挥下配合工作。综合救灾队伍的常设机构应设在市公安局消防处，由消防处处长任该执行机构负责人。专业救灾队伍的常设机构根据不同功能应分别设在各有关局，由各有关领导负责。监测机构则是遍布在全市的城市灾害监测网点。这里有专业性和常设性监

测网点，也包括全体市民的自觉监测。所有有关城市灾害的情报信息都应最终汇集到指挥中心，指挥中心将根据不同情况有选择地汇报领导小组，提供最终决策参考。

由于城市救灾系统只是在城市灾害突然发生时才具有紧急救护的功能，所以在平时城市救灾系统的主要功能是制定城市灾害处理计划。城市灾害处理计划是城市救灾的基础。是紧急状态下城市救灾系统正常、高效运转的重要保证和客观依据。

城市灾害处理计划不同于其他一般的计划。一般的计划制定后即很快付诸实施，而城市灾害处理计划只是在城市灾害发生的紧急状态下进行抢险救灾时才付诸实施的计划。实际上，尽管近年来世界各大城市都日益频繁地爆发各种灾难和重大事故，但是总的来说，城市一般仍很少进入紧急状态。这意味着，城市灾害处理计划制定后，可能在很长的时间内并不需要使用。正是由于城市灾害处理计划具有这样的特点，才使许多管理者把希望寄托在不发生灾害和万一发生灾害后的随机应变上，不愿意花费时间考虑和制定城市灾害处理计划。在这种错误认识的指导下，我国许多城市都没有城市灾害处理计划，没有健全的城市救灾系统，以致于在城市灾害的防治和急救方面缺乏统一的计划和管理，从而在重大城市灾害发生时，屡次贻误最佳救灾时机，酿成不少重大损失。以我国特大城市上海为例，至今没有统一和健全的城市救灾系统，也没有城市灾害处理计划。因而，在非火灾的重大城市灾害发生时受灾人与目击者都不知道向哪儿报警向谁求援。没有陆、水、空一体化的救灾队伍和救灾方案，救灾设备差，信息不灵和缺乏统一组织管理，致使上海市近几年来连年发生恶性事故。1987 年陆家嘴轮渡惨案、1988 年初的甲肝大流行和 1988 年 3 月 24 日火车相撞等重大灾难发生后，上

海救灾系统方面的缺陷所造成的恶劣影响就暴露无疑了。

由于城市灾害处理计划是在一切都很平稳的状态下制定的，因此它有利于提高决策质量，减轻决策压力，增强指挥机构指挥救灾的准确性，提高执行机构行动的有效性，从而避免发生重大人员伤亡和巨大经济损失。此外，有了城市灾害处理计划，还有助于事先训练队伍，准备必须的救灾设备，建立灵敏、畅通的情报信息网络和加强对城市灾害高发区域灾情及前兆的监测，从而避免在城市灾害突然来临时手忙脚乱、贻误战机。

城市灾害处理计划的制定是建立在城市防灾规划和城市灾害常规预控基础之上的。城市防灾规划一方面通过对城市总体布局的调整治理了城市灾害环境、减少了大量可避免的人为灾难隐患；另一方面又通过城市灾害区划突出了城市灾害高发区域，为城市救灾指明了重点。此外，常规灾害预控提供了大量城市灾害信息，为科学地制定城市灾害处理计划奠定了基础。

城市灾害处理计划制定过程（如图9-3所示）是一个动态调

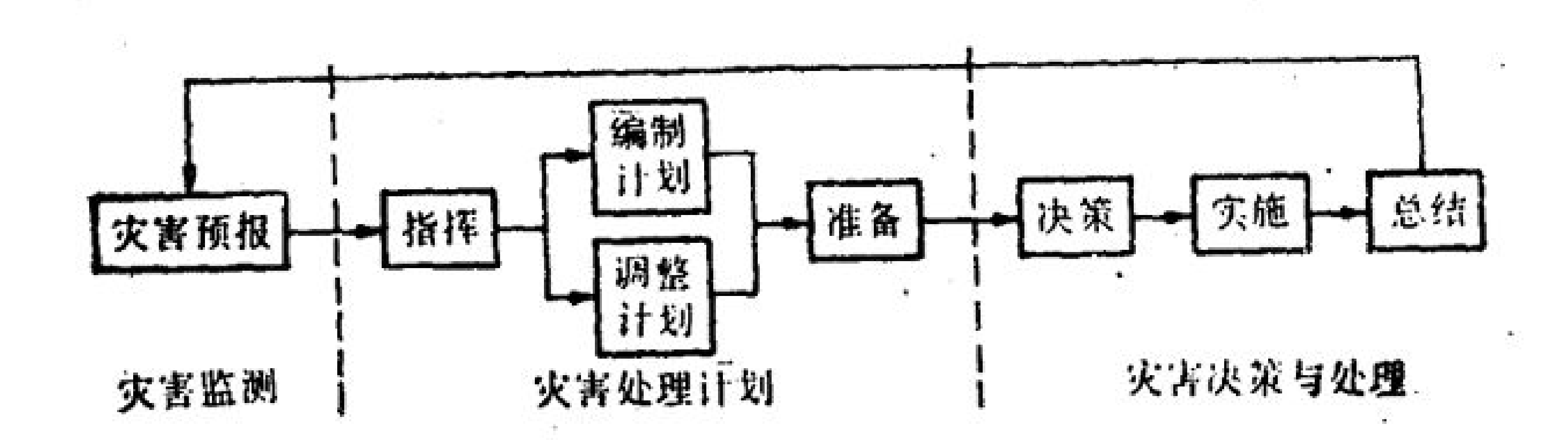


图9-3　城市灾害处理计划制定全过程

整过程，它在灾害监测的基础之上，对紧急状态处理灾害的组织指挥、专业救灾队伍、行动方案、物资装备、通讯联络和培训演练

等问题进行研究，在指挥机构的组织下编制计划，并依照计划做好准备工作。诚然，城市中的灾害环境是不断变化的，因而还需根据灾害监测所得到的最新环境变化信息和灾害活动情报，不断进行追踪研究，并据此调整灾害处理计划。

根据城市灾害处理计划的性质，它应该包括以下一些内容：①城市救灾的组织、管理和指挥体系；②各级、各类专业救灾队伍的建设与培训；③救灾队伍的各种专业技术装备；④有关救灾的通讯联系网络；⑤各类城市灾害监测网络；⑥各级、各类救灾行动的方案。其中，各级、各类救灾队伍的组建、培训、管理和指挥调动最为重要。因为，在城市救灾系统中它们是执行机构，这个机构建设得如何将直接影响城市救灾的质量。

在城市救灾系统中，我们一般将城市救灾队伍分为两类：一类是专业救灾队伍；另一类是综合救灾队伍。根据城市灾害的特点，我们又可将专业救灾队伍分成以下五种：①地质灾害急救队，主要负责地震、火山等自然灾害的专业性监测，进行调查研究和有关救治工作。一般由地震局管理。②气象灾害急救队，主要负责台风、城市洪水和风暴潮等气候灾害的监测、预报和专业性救治。一般由气象台管理。③环境灾害急救队，主要负责环境污染的监测和专业性综合治理。一般由环保局管理。④交通灾难急救队，可以由民航、铁路、公路和水运等有关部门分别组建，也可以由交通部门和公安部门联合组建。主要负责交通事故中的技术性调查、勘探和救援。⑤刑事犯罪救治队，主要负责对各种刑事犯罪的打击和制裁。专业性救灾队伍必须精干、灵敏、快速和高效。在城市救灾过程中，专业性救灾队伍应在迅速查明灾害原因、有效制止灾害蔓延、尽快消除城市灾害隐患以及密切注视各种灾害动向等方面发挥重要作用。

城市综合救灾队伍是城市救灾系统中的骨干力量，是城市

救灾系统得以正常、高效运转的关键，因而也是城市救灾队伍建设的重点。根据国外有关城市的经验和我国城市的实际情况，首先应明确公安局消防处是实施城市综合救灾的核心。东京、香港、纽约、巴黎和伦敦等特大城市都明文规定消防局的任务是“保护人们的生命财产不受火灾或其他灾害的侵袭”。在这些城市里，人们遇到各种天灾人祸，马上想到“119”报警。例如1980年10月7日日本东京发生了一起列车相撞事故，人们在5分钟之内就通过119向消防厅报警，结果从发生灾难到抢救结束只花了1小时45分钟。其次，必须为综合救灾队伍装备必要的破拆器材和培训专业技术人员。国外大城市的消防部门都配有十几辆至几十辆抢险救援车，并在普通消防车上配备了一些机动破拆器材，以供抢险破拆之用。相形之下，我国许多城市一辆抢险救援车都没有，消防队员在抢险救灾时，只能采用20～30年代的工具，实在力难从心。此外，国外大城市的抢险救援车上一般都配有受过特殊训练的抢险救援队，作为救灾的骨干力量，并训练一般消防队员掌握抢险救灾的基本知识。日本东京消防厅于1974年成立了特别水难救援队，其中80名队员都经过特殊训练，掌握了在15米的水下进行潜水作业的技术，1983年2月9日，一架从福冈飞往东京的日航班机在下降时坠落在离跑道300米的海里，在抢救时，水难救援队的特殊技能就发挥了很大作用。第三，必须建立陆、水、空一体化的消防力量。纵观世界上经济繁荣、社会发达的大城市都是坐落在河口和海滨。这一重要地理特征决定了城市灾害的发生具有陆、水、空一体化的特点。因此，世界上许多大城市，如纽约、东京、巴黎、伦敦都有一支由市消防部门统一指挥的陆、水、空三位一体的消防力量。在不少发展中国家的大城市中，消防部门虽没有自己的直升飞机，他们在发生高层建筑火灾时就充分运用军队或其他部门的直升飞

机救人和运送器材。在巴西圣保罗、哥伦比亚波哥大和肯尼亚内罗毕发生高层建筑火灾时，都曾靠军队和其他部门的直升飞机从楼顶救人。第四，加强综合救灾队伍的救护装备。因为城市灾害的一个重要特征就是人员伤亡和财产损失惨重，所以，救人应成为城市救灾的一项最重要的任务。在这方面我国城市综合救灾队伍中救护力量薄弱，装备严重不足的情况极为普遍，与发达国家城市的差距比较大。例如：人只有500多万的香港，其消防局在1985年就拥有198辆救护车，其中有一部分是随第一出动的消防车出动，可以容纳29人(包括工作人员和伤员)的大型救护车，为了在狭窄的道路运送伤病员，香港还配备了一定数量的救护摩托车，此外，消防局还可以动用直升飞机和政府的汽艇救护偏远地区和海岛的伤病员。救护车除运送伤病员外，还应作为急救的院前部分，所以，救护车上的医疗器材也十分重要。东京消防厅的救护车在1960年就全部配备了人工心肺复苏器。70年代末，美国也已在救护车上普遍配备便携式心脏监控装置和尖纤维颤动器，并称之为“救护车的心脏”。现代急救医务把抢救现场和运送途中看成急诊室的延长，心电图传输系统等远距离传送装置在救护车上得到越来越广泛的应用。目前，东京、香港等大城市都有1辆伤员流动医疗中心车，在发生火灾时，可以把急救医院“搬”到抢救现场。相形之下，我国大城市的救护车上至今仍无人工心肺复苏器装置，即使再有能耐的医生，没有必需的设备、器材和药物，也难以在现场或途中抢救垂危病人。

以上这四个方面都是我国城市救灾系统中综合救灾队伍的薄弱环节，理应成为我国城市救灾系统建设的重点。诚然，对于城市救灾系统来说，如果缺乏高效率的通讯调度网络，再强有力的救灾队伍也难以发挥其应有的作用。所以，对于城市救灾系

统的通讯联络也应给予足够的重视。在这方面，发达国家或地区的大城市已纷纷建立了高效率的急救通讯调度中心和网络，或利用消防的通讯调度系统调度救护力量。这种通讯调度系统在发生大灾害时能发挥极其重要的作用。1968年1月18日日本大阪南海电气化铁路天下茶屋站发生撞车时，急救通讯调度中心在30分钟内调度救护车把250名以上的伤员分别运送到各家能立即抢救他们的医院。到70年代，发达国家和地区的大城市开始在急救通讯调度中心增加了表示救护车和医院现状的电子计算机，以及电视、微型胶卷等各种显示装置，使调度员容易判断和综合分析灾害急救的状况。到了80年代，这种通讯调度中心在发达国家和地区的大城市普及，并有了进一步发展。而我国目前城市急救通讯调度系统仍是60年代的水平，已远远不能适应现代化城市发展的需要。特别是在重大的城市灾害发生时，这种落后的通讯调度状况就暴露出其通讯不畅、调度不灵的弊端，严重影响了城市救灾的质量。故此，城市救灾中的通讯调度系统应作为城市救灾系统建设的重点之一。

城市救灾系统的建设和运行旨在提高城市救灾的总体水平，使城市灾害所造成的人员伤亡和财产损失降至最低限度。所以，在城市救灾系统的建立过程中应牢固树立"时间就是金钱，效率就是生命"的思想，尽可能采取一切先进的科学技术和装备，实行科学的管理方法，强化专业技术训练，努力提高救灾队伍的素质和技能，将我国城市救灾水平推向一个新的高度，使之真正成为我国城市经济发展和社会进步的忠诚"卫士"。

参 考 文 献

〔1〕 杜一主编:《灾害与灾害经济》,中国城市经济社会出版社,1988年版。

〔2〕 金子史朗:《世界大灾害》,山东科技出版社,1981年版。

〔3〕 郭永文主编:《世界重大灾难纪实》,中国新闻出版社,1988年版。

〔4〕 张照寰、薛寿征主编:《灾难性环境事故》,上海医科大学出版社,1988年版。

〔5〕 中国科学技术情报所编:《外国公害概况》,人民出版社,1975年版。

〔6〕 陕西地震局主办:《灾害学》,第1期~第4期;1989年第1期~第2期。

〔7〕 N.J.格林伍德、M.B.爱德华兹:《人类环境和自然系统》,化学工业出版社,1987年版。

〔8〕 罗祖德:《人与自然》,上海教育出版社,1988年版。

〔9〕 罗祖德等:《地理之谜》,文汇出版社,1988年版。

〔10〕姚亮:《发展:寻求再生之路》,学林出版社,1988年版。

〔11〕范亚强、李英时:《寻求发展的社会》,华夏出版社,1987年版。

〔12〕斯特拉斯等:《环境科学导论》,科学出版社,1983年版。

〔13〕王苏:《危机管理》,中国展望出版社,1988年版。

[14] 华东师大自然辩证法研究室编:《自然发展史》,华东师大出版社,1981年版。

[15] 艾克赫姆:《大地在消失中》,台北明日译丛。

[16] 林亚真等:《城市环境与规划》,中国建筑工业出版社,1981年版。

[17] 傅立勋等:《环境科学技术发展与预测》,中国科技出版社,1987年版。

[18] 郭增建等:《地震对策》,地震出版社,1986年版。

[19] 弗·卡特:《表土与人类文明》,中国环境科学出版社,1987年版。

[20] M·巴特:《地震学引论》,地震出版社,1978年版。

[21] 莱斯特·R·布朗主编:《纵观世界全局》第一集和第二集,中国对外翻译出版公司,1985年和1987年版。

[22] 许涤新主编:《生态经济学》,浙江人民出版社,1987年版。

[23] 毛文永:《环境·生活·健康》,科学出版社,1986年版。

[24] 巴巴拉·沃德、雷内·杜博斯:《只有一个地球》,石油工业出版社,1981年版。

[25] R·W·凯特:《环境事故的危险评价》(英文版),格雷沙姆出版社,1978年版。

[26] J·惠特沃:《灾害:环境事故剖析》(英文版),佐治亚大学出版社,1979年版。

[27] F·贝兹:《环境地质学》(英文版),霍尔斯特德出版社,1975年版。

[28] 恩格斯:《自然辩证法》,人民出版社,1971年版。

[29] A.J.汤因比、池田大作：《展望二十一世纪》，国际文化出版公司，1985年版。

[30] 徐崇温：《全球问题和"人类困境"》，辽宁人民出版社，1986年版。

[31] 何清涟：《人口：中国的悬剑》，四川人民出版社，1988年版。

[32] 袁清林等：《笼罩着地球的阴影》，地质出版社，1985年版。

[33] E.F.舒马赫：《小的是美好的》，商务印书馆，1985年版。

[34] 钟书华：《人类面临挑战》，中国环境科学出版社，1988年版。

后　　记

值此建国40周年大庆前夕，我们在美丽的西子湖畔落下了这本《灾害论》的最后一笔。

灾害，古已有之。尤其是进入20世纪以来，在自然因素与人为因素的交互作用下，各种重大自然灾害和社会灾害频频迭起，愈演愈烈。时至今日，人类居住的地球业已千疮百孔，满目疮痍；人类赖以生存的生态环境日渐恶化，岌岌可危，人们为此惶惶不安。面临这灾害群发的世界，灾害研究也就成了全球关注的热点，就是在这样的时代背景下，我们开始着手灾害学的研究和本书的编写。

1990年，是联合国倡导的国际减灾十年和我国减灾十年的第一年，防灾减灾将是摆在全国人民面前的一项极其严峻的，事关国计民生的重大研究课题。防灾减灾就是增产，是一种为了守业而投入的"负"向增值；防灾减灾也是基础工业、基础农业以及生命线工程的基本保障；防灾减灾还是人民安居乐业的前提，是促进社会安定团结的重要因素。古人云："居安思危"。在我们社会主义祖国蒸蒸日上的日子里，我们奉献给读者这本论述灾害的小书，目的旨在提醒人们对灾害的警惕，普及防灾知识，加强救灾管理，提高全民族、全社会的灾害意识以及抵御灾害的能力。

本书是集体研究的成果。参加各章撰写的作者是：第一章，罗祖德；第二章，罗祖德；第三章，董维忠、韩王荣（第五节）；第四

章，韩王荣、陈扬、徐长乐；第五章，王勇、徐长乐；第六章，成荣信、徐长乐；第七章，杨东占、徐长乐；第八章，陈扬、张有愚；第九章，陈汝龙、陈扬(第一节)。

从软科学的角度对灾害问题进行跨学科的综合性研究，是我们的一次大胆的尝试；浙江教育出版社能将本书列入该社的软科学丛书予以出版，则是对我们这一尝试的充分肯定，我们为此深受鼓舞。这本书是在国务院发展研究中心国际经济技术研究所上海分所的热情关怀和大力支持下编写完成的，是该所区域经济与灾害研究室的一项重要的阶段性研究成果。

《灾害论》是一本学科涉及面较广的书。鉴于我们的有限才识和较短的编写时间，其中谬误及疏漏之处一定不少，敬请广大读者批评指正。

待当本书问世之际，正是国际、国内减灾十年活动的肇始之年。我们谨将本书作为引玉之砖，献给这个全世界人民都投身其中的、具有历史意义的伟大事业。

罗祖德　徐长乐

1989年9月29日于

杭州西子湖畔